Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

SCCS | **CSAS**

Secrétariat canadien de consultation scientifique | Canadian Science Advisory Secretariat

Document de recherche 2004/090 | Research Document 2004/090

Ne pas citer sans
Autorisation des auteurs * | Not to be cited without
permission of the authors *

Évaluation analytique et analyses de risque pour le stock des harengs (*Clupea harengus harengus* L.) de printemps de la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R de l'OPANO) en 2003

Analytical assessment and risk analyses for the spring spawning herring (*Clupea harengus harengus* L.) stock of the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) in 2003

François Grégoire[1], Louise Lefebvre[1] et / and Jerry Lavers[2]

[1]Direction des poissons et des mammifères marins / Marine Fish Mammals Branch
Ministère des Pêches et des Océans / Department of Fisheries and Oceans
Institut Maurice-Lamontagne / Maurice Lamontagne Institute
850 Route de la Mer
Mont-Joli, Québec
G5H 3Z4

[2]Ministère des Pêches et des Océans / Department of Fisheries and Oceans
C.P. 112, Port Saunders, Terre-Neuve / P.O. Box 112, Port Saunders, Newfoundland
A0K 4H0

* La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

* This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à: | This document is available on the Internet at:
http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

ISSN 1480-4883 (Imprimé/Printed)
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2004
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2004
Canada

105-05366/

TABLE DES MATIÈRES / *TABLE OF CONTENTS*

Résumé / Abstract iii

1.0 **INTRODUCTION** 1

2.0 **MATÉRIEL ET MÉTHODES / *MATERIAL AND METHODS*** 1

2.1 ESTIMATION DES PARAMÈTRES DU STOCK / *ESTIMATION OF STOCK PARAMETERS* 1

2.11 Données de la pêche commerciale / *Commercial fishery data* 1
2.12 Indices d'abondance / *Abundance indices* 2
2.13 Calibrage des Analyses Séquentielles de Populations (ASP) / *Calibration of the Sequential Population Analyses (SPA)* 3

2.2 ANALYSES RÉTROSPECTIVES / *RETROSPECTIVE ANALYSES* 5

2.3 PROJECTIONS DES CAPTURES EN 2004 / *CATCH PROJECTIONS FOR 2004* 5

2.4 ANALYSES DE RISQUE / *RISK ANALYSES* 6

2.5 APPROCHE DE PRÉCAUTION / *PRECAUTIONARY APPROACH* 7

3.0 **RÉSULTATS / *RESULTS*** 8

3.1 DESCRIPTION DU STOCK / *STOCK DESCRIPTION* 8
3.2 INDICES D'ABONDANCE / *ABUNDANCE INDICES* 9
3.3 ÉTAT DU STOCK / *STOCK STATUS* 10

3.31 ASP: Mesures d'erreurs, résidus et corrélations / *SPA: Error measurements, residuals and correlations* 10
3.32 Analyses rétrospectives / *Retrospective analyses* 11
3.33 Résultats de l'ASP / *SPA results* 12

3.4 PERSPECTIVES / *OUTLOOK* 13

3.41 Analyse de rendement par recrue / *Yield per recruit analysis* 13
3.42 Projections / *Projections* 13
3.43 Analyses de risque / *Risk analyses* 13

TABLE DES MATIÈRES (Suite) / *TABLE OF CONTENTS (Continued)*

3.5 HARENGS REPRODUCTEURS D'AUTOMNE / *FALL SPAWNING HERRING* 14

4.0 **DISCUSSION** 14

5.0 **REMERCIEMENTS / *ACKNOWLEDGEMENTS*** 16

6.0 **RÉFÉRENCES / *REFERENCES*** 16

Tableaux / *Tables* 18

Figures 30

Annexes / *Annexes* 61

Résumé

Les résultats d'une **A**nalyse **S**équentielle de **P**opulations (**ASP**) révèlent que la biomasse reproductrice du stock des harengs (*Clupea harengus harengus* L.) reproducteurs de printemps de la division 4R de l'**OPANO** serait passée par un minimum historique de 32 559 t en 1997 à 57 727 t en 2003 et à 52 582 t en 2004. La biomasse reproductrice mesurée en 2004 se situe au-delà de la limite minimale acceptable $\mathbf{B_{LIM}}$ de 37 831 t mais est sous la limite tampon $\mathbf{B_{BUF}}$ de 57 453 t. L'**ASP** révèle que la fin des années 1960 de même que le milieu des années 1980 ont été caractérisés par une augmentation significative de l'abondance du hareng. L'**ASP** révèle aussi que la mortalité par la pêche sur les plus vieux individus (8 ans et plus) a dépassé $\mathbf{F_{0,1}}$ à quelques reprises à la fin des années 1960 et au début des années 1980 et pendant presque toutes les années 1990. Pour un taux d'exploitation de 24 % ($\mathbf{F_{0,1}}$), les prises projetées pour 2004 seraient d'environ 10 000 t. Cependant, une diminution de 8 % de la biomasse reproductrice serait mesurée à ce niveau des captures. Pour ce même stock, les probabilités de dépasser $\mathbf{F_{0,1}}$ seraient inférieures à 50 % pour des captures de moins de 10 000 t en 2004.

Abstract

The results of a **S**equential **P**opulation **A**nalysis (**SPA**) reveal that the spawning biomass of the spring spawning stock of Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) in **NAFO** Division 4R appears to have risen from a record low of 32,559 t in 1997 to 57,727 t in 2003 and 52,582 t in 2004. The spawning stock biomass calculated for 2004 exceeds the minimum acceptable limit $\mathbf{B_{LIM}}$ of 37,831 t but is below the buffer limit $\mathbf{B_{BUF}}$ of 57,453 t. The **SPA** reveals that the herring became significantly more abundant in the late 1960s and the mid-1980s. The **SPA** also reveals that fishing mortality among the oldest individuals (age 8 and older) exceeded the $\mathbf{F_{0,1}}$ threshold on a few occasions in the late 1960s and the early 1980s and almost continuously throughout the 1990s. For an exploitation rate of 24 % ($\mathbf{F_{0,1}}$), the expected catches in 2004 would be close to 10,000 t. However, a decline of 8 % of the spawning stock biomass would be observed at this same catch level. For this stock, the probabilities of exceeding $\mathbf{F_{0,1}}$ in 2004 would be less than 50 % for catches of less than 10,000 t.

1.0 INTRODUCTION

Dans l'est du Canada, le hareng (*Clupea harengus harengus* L.) est l'objet d'une pêche commerciale qui se pratique principalement dans la baie de Fundy, le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, le sud du golfe du Saint-Laurent, la Côte Nord du Québec et à Terre-Neuve. Sur la côte ouest de cette province, l'espèce est caractérisée par la présence de deux groupes ou stocks reproducteurs dont l'abondance est mesurée à l'aide d'un relevé acoustique automnal conduit à tous les deux ou trois ans. Un second indice d'abondance, pour les reproducteurs de printemps, est tiré des données provenant d'une pêche au filet maillant qui se pratique dans la baie St-George et la baie de Port au Port (Figure 1).

Comme il n'y a pas eu de relevé acoustique en 2003, l'objectif du présent document était de réaliser une évaluation analytique (**A**nalyse **S**équentielle de **P**opulations ou **ASP**) des reproducteurs de printemps seulement. Un second objectif consistait à déterminer les niveaux acceptables des captures en 2004 selon différents taux d'exploitation et changements dans la biomasse reproductrice de ce stock.

1.0 INTRODUCTION

In eastern Canada, the Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) is harvested commercially mainly southwest of Nova Scotia, in the Bay of Fundy, in the southern Gulf of St. Lawrence, on the North Shore of Quebec and in Newfoundland. On the west coast of this province, the species is characterized by the presence of two groups or stocks of spawners, whose abundance is measured by an acoustic survey conducted every two or three years in the fall. A second abundance index, for the spring spawners, is derived from the data from a gillnet fishery conducted in St. George's Bay and Port au Port's Bay (Figure 1).

As there was no acoustic survey in 2003, the purpose of this document was to perform an analytical assessment (**S**equential **P**opulation **A**nalysis or **SPA**) of the spring spawning stock only. A second objective was to determine the acceptable catch levels in 2004 assuming various exploitation rates and changes in the spawning biomass of this stock.

2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ESTIMATION DES PARAMÈTRES DU STOCK

2.11 Données de la pêche commerciale

La capture à l'âge des harengs reproducteurs de printemps a été mise à jour en incluant les données de la saison de pêche 2003 (Grégoire *et al.*, 2004a) de sorte que pour les groupes d'âge 2 à 11$^+$ ans inclusivement, la période couverte par l'**ASP** s'étend maintenant de 1965 à 2003 (Tableau 1). Les

2.0 MATERIAL AND METHODS

2.1 ESTIMATION OF STOCK PARAMETERS

2.11 Commercial fishery data

The catch at age of the spring spawning herring was updated with the data from the 2003 fishing season (Grégoire *et al.*, 2004a), so that for age groups 2 to 11$^+$ inclusive, the period covered by the **SPA** now extends from 1965 to 2003 (Table 1). The weights at age (Table 2) were taken from the mean

poids à l'âge (Tableau 2) ont été tirés des poids moyens à l'âge des harengs provenant des échantillons commerciaux (Grégoire *et al.*, 2004a). Ces poids ont permis de convertir la capture à l'âge en nombres en poids capturé à l'âge (McQuinn, 1987).

weights at age of herring from the commercial samples (Grégoire *et al.*, 2004a). These weights were used to convert the catch at age in numbers into weight at age caught (McQuinn, 1987).

Les poids moyens à l'âge des harengs provenant des échantillons de la pêche automnale (quatrième trimestre) à la senne bourse (Tableau 3) ont permis de convertir les nombres à l'âge, un résultat de l'**ASP**, en biomasse de la population à l'âge. La période automnale est choisie puisqu'elle représente le moment de l'année qui est le mieux couvert par l'échantillonnage commercial (McQuinn *et al.*, 1999).

The herring mean weights at age from the samples of the fall (fourth quarter) purse seine fishery (Table 3) were used to convert the population numbers at age, a result from the **SPA**, into biomass at age. The fall is chosen because it is the time of year for which the commercial sampling provides the best coverage (McQuinn *et al.*, 1999).

La maturité à l'âge (Tableau 4) a aussi été mise à jour en incluant les données biologiques recueillies à quai en 2003 (Grégoire *et al.*, 2004a). Ces données ont été tirées des débarquements de la pêche à la senne bourse réalisée lors du second trimestre (avril-juin). La maturité à l'âge a été utilisée pour convertir les biomasses de la population à l'âge en biomasses reproductrices à l'âge.

The statistics on maturity at age (Table 4) were also updated by including the biological data collected at dockside in 2003 (Grégoire *et al.*, 2004a). These data were taken from the purse seine fishery landings made during the second quarter (April-June). The maturity at age was used to convert the population figures for biomass at age into figures for spawning stock biomass at age.

2.12 Indices d'abondance

2.12 Abundance indices

Le premier indice d'abondance à être utilisé dans l'**ASP** concerne les nombres à l'âge des reproducteurs de printemps mesurés par le relevé acoustique. La période de calibrage de cet indice dans l'**ASP** s'étend de 1991 à 2002 et comprend les âges 2 à 11^+ (Tableau 5).

The first abundance index to be used into the **SPA** concerns the spring spawners numbers at age measured by the acoustic survey. The period used with this index to calibrate the **SPA** runs from 1991 to 2002 and includes ages 2 to 11^+ (Table 5).

Le second indice d'abondance utilisé dans l'**ASP** consiste en des taux de capture à l'âge (unités arbitraires) (Tableau 6) d'une pêche commerciale au filet maillant dans la baie St-George et la baie de Port au Port (Figure 1). Ces taux de capture ont été calculés à partir des données de pêche

The second abundance index used in the **SPA** consists of catch rates at age (measured in arbitrary units) (Table 6) for a commercial gillnet fishery in St. George's Bay and Port au Port's Bay (Figure 1). These catch rates were calculated from fishing data from ten or so logbooks (kept by index and

provenant d'une dizaine de livres de bord (pêcheurs repères et de l'industrie) et uniformisés selon un modèle multiplicatif (Gavaris, 1980). Les variables de regroupement utilisées dans ce modèle sont l'année, le mois et la région de pêche (Annexe 1). Les taux de capture ont été comparés d'un groupe d'âge à l'autre afin de vérifier si les différentes classes d'âge sont bien suivies par cet indice. Suite à cette analyse, le calibrage de l'**ASP** a été réalisé sur la période comprise entre 1985 et 2003 et pour les groupes d'âge 3 à 11^{+} (Tableau 6).

commercial fishermen) and standardised by a multiplicative model (Gavaris, 1980). The grouping variables used in this model are the year, the month, and the fishing area (Annex 1). Catch rates at age were compared between age groups to verify if this index can follow adequately the different year-classes. Following this analysis, the **SPA** calibration was realized for the 1985 to 2003 period and for age groups 3 to 11^{+} (Table 6).

2.13 Calibrage des Analyses Séquentielles de Populations (ASP)

L'**ASP** a été réalisée à l'aide du logiciel ADAPT, version 3.0 (Gavaris, 1999) et des indices d'abondance à l'âge des relevés acoustiques (**RA** dans les équations suivantes) et de la pêche aux filets maillants (**PUE**). La formulation utilisée demeure la même que celle employée lors des dernières évaluations analytiques de ce stock (McQuinn *et al.*, 1999; Grégoire et Lefebvre, 2002; Grégoire *et al.*, 2004b). Cette formulation assume que l'erreur de mesure associée à la capture à l'âge est négligeable et que celles reliées aux deux indices d'abondance (logarithmes naturels) sont indépendantes et ont la même distribution. Les principaux éléments de cette formulation sont :

2.13 *Calibration of the Sequential Population Analyses (SPA)*

The **SPA** was performed using ADAPT software Version 3.0 (Gavaris, 1999) and the abundance at age indices from the acoustic surveys (**RA** in the following equations) and the gillnet fishery (**PUE**). The same formulation was used as in the last analytical assessments of this stock (McQuinn *et al.*, 1999; Grégoire and Lefebvre, 2002; Grégoire *et al.*, 2004b). This formulation assumes that the measurement error associated with the catch at age is negligible and that those associated with the two abundance indices (natural logarithms) are independent and have the same distribution. The main elements in this formulation are as follows:

1) **Paramètres:**

- ***Population en nombres en 2004*** :
  $N_{i,t}$ (i=âges 4,....11^{+}; t=2004)
- ***Coefficients de capturabilité***
  $q(PUE)_i$ (i=3, 4,....11^{+})
  $q(RA)_i$ (i=2, 3,....11^{+})
- ***Nombre de paramètres*** : 27, dont 8 $N_{i,t}$, 9 $q(PUE)_i$ et 10 $q(RA)_i$

1) **Parameters:**

- ***Population in numbers in 2004***:
  $N_{i,t}$ (i=ages 4,....11^{+}; t=2004)
- ***Catchability coefficients***
  $q(PUE)_i$ (i=3, 4,....11^{+})
  $q(RA)_i$ (i=2, 3,....11^{+})
- ***Number of parameters***: 27 including 8 $N_{i,t}$, 9 $q(PUE)_i$, and 10 $q(RA)_i$

2) **Structure imposée :**

- ***Mortalité naturelle (M)*:**
  Fixée à 0.2 pour tous les âges et toutes les années

- ***Mortalité par la pêche (F)* :**
  F à l'âge 11^+ = F à l'âge 10 et calculée selon la méthode des FRATIO (Gavaris, 1999)

- ***Recrutement* :**
  Fixé à l'âge 2 pour les classes d'âge 2001 et 2002 et égal au niveau moyen du recrutement

- ***Ordonnée à l'origine* :**
  Terme non inclus dans le modèle

2) **Structure imposed:**

- ***Natural mortality (M)*:**
  Set at 0.2 for all ages and years

- ***Fishing mortality (F)*:**
  F at age 11^+ = F at age 10 and calculated using FRATIO method (Gavaris, 1999)

- ***Recruitment*:**
  Set at age 2 for the 2001 and 2002 year-classes and equal to the mean level of recruitment

- ***Ordinate at origin*:**
  Term not included in the model

3) **Données d'entrée :**

- ***Capture à l'âge* :**
  $C_{i,t}$ (i=2, 3,...11^+; t=1965-2003)

- ***PUE de la pêche* :**
  $PUE_{i,t}$ (i=3,4,...11^+; t=1985.4-2003.4)

- ***Abondance (N) du relevé acoustique*:**
  $RA_{i,t}$ (i=2,3,...11^+; t=1991.9, 1993.9, 1995.8, 1997.8, 1999.8 et 2002.8)

- ***Nombre total d'observations* :** 231, dont 171 PUE et 60 RA

3) **Input data:**

- ***Catch at age*:**
  $C_{i,t}$ (i=2, 3,...11^+; t=1965-2003)

- ***PUE from the fishery*:**
  $PUE_{i,t}$ (i=3,4,...11^+; t=1985.4-2003.4)

- ***Abundance (N) from the acoustic survey*:**
  $RA_{i,t}$ (i=2,3,...11^+; t=1991.9, 1993.9, 1995.8, 1997.8, 1999.8, and 2002.8)

- ***Total number of observations*:** 231 including 171 PUE and 60 RA

4) **Fonction à minimiser:**

4) **Function to be minimised:**

$$\sum_i \sum_t (\ln PUE_{i,t} - \ln(q(PUE)_i N_{i,t}))^2 + \sum_i \sum_t (\ln RA_{i,t} - \ln(q(RA)_i N_{i,t}))^2$$

Le calibrage de l'**ASP** a été réalisé à l'aide de l'algorithme de Marquardt (Gavaris, 1988) en minimisant la somme des carrés entre les valeurs "observées" des indices d'abondance et "prédites" par l'**ASP** selon le modèle proportionnel de capturabilité. Les valeurs 0 des indices d'abondance ont été traitées par ADAPT comme étant des données manquantes.

The **SPA** was calibrated using Marquardt's algorithm (Gavaris, 1988), minimising the sum of the squares between the "observed" values from the abundance indices and the "predicted" values derived from the **SPA** and according to the proportional catchability model. The ADAPT software treated the values of 0 of the abundance indices as missing data.

Les paramètres estimés par ADAPT sont probablement biaisés puisque la calibration de l'**ASP** implique un modèle non linéaire.

The parameters estimated by ADAPT are probably biased, because the calibration of the **SPA** assumes a non-linear model.

Des corrections ont donc été apportées en calculant ce biais selon une approche analytique, c'est-à-dire à l'aide d'une approximation linéaire lors d'une procédure bootstrap (Gavaris, 1999).

Therefore, corrections were made by calculating this bias using an analytical approach, that is, by means of a linear approximation and the use of a bootstrap procedure (Gavaris, 1999).

2.2 ANALYSES RÉTROSPECTIVES

Des analyses rétrospectives (Sinclair *et al.*, 1991) ont été réalisées dans le but de mesurer les divergences possibles entre les résultats de l'**ASP** (version analytique seulement) et ceux obtenus au cours des évaluations précédentes. La présence d'un patron rétrospectif a été examinée pour les nombres, la biomasse, la biomasse reproductrice et finalement la mortalité par la pêche (pondérée par les nombres correspondants) des groupes d'âge 2^+.

2.2 RETROSPECTIVE ANALYSES

Retrospective analyses (Sinclair *et al.*, 1991) were performed to measure the possible discrepancies between the results from the **SPA** (analytical version only) and those obtained in the preceding assessments. The presence of a retrospective pattern was examined for numbers, biomass, spawning biomass, and finally fishing mortality (weighed by the corresponding numbers) for age groups 2^+.

2.3 PROJECTIONS DES CAPTURES EN 2004

Les captures projetées selon $F_{0.1}$ pour 2004 ont été obtenues à partir des nombres à l'âge de la population ($N_{i,2004}$) déterminés et ajustés pour le biais par ADAPT (version bootstrap), du recrutement partiel, et des mortalités par la pêche (F) et naturelle (M). Ces paramètres ont permis de calculer les nombres à l'âge de la population au début de 2005 par la relation suivante :

2.3 CATCH PROJECTIONS FOR 2004

The projected catches at fishing mortality level $F_{0.1}$ for 2004 were obtained from the population numbers at age ($N_{i,2004}$), determined and adjusted for bias by the bootstrap version of ADAPT, partial recruitment, fishing mortality (F), and natural mortality (M). These parameters were used to calculate the numbers at age for the population at the start of 2005 by the following equation:

$$N_{i,2005} = N_{i,2004}\ x\ e^{-(F+M)}$$

$$N_{i,2005} = N_{i,2004}\ x\ e^{-(F+M)}$$

et les mortalités totales au cours de l'année 2004, par la différence entre $N_{i,2004}$ et $N_{i,2005}$. Les captures projetées ont été déterminées par le produit des mortalités totales par la proportion de mortalité attribuée à la pêche, c'est-à-dire le produit du recrutement partiel par $F_{0.1}$, ce paramètre ayant déjà été estimé à 0.3 (McQuinn *et al.*, 1999). Le recrutement partiel a été déterminé à partir des mortalités

and the total mortalities in the course of 2004 by the difference between $N_{i,2004}$ and $N_{i,2005}$. The projected catches were determined by multiplying the total mortalities by the proportion of mortality attributed to fishing, that is, by multiplying partial recruitment by $F_{0.1}$, this parameter having already been estimated at 0.3 (McQuinn *et al.*, 1999). Partial recruitment

moyennes par la pêche à l'âge produites par ADAPT.

Les rendements projetés pour 2004 ont été obtenus par le produit entre les captures projetées en 2004 et les poids moyens (1998-2003) à l'âge tirés des échantillons de la pêche commerciale. Les nombres à l'âge de la population en début de 2004 ont été convertis en biomasse à l'aide des poids moyens à l'âge des échantillons recueillis lors du quatrième trimestre de 2003.

Les captures en 2004 ont aussi été projetées pour différentes valeurs de mortalité par la pêche. Ces valeurs ont été converties en taux d'exploitation ce qui a permis d'examiner les changements correspondants de biomasse en début de 2005. Tous les paramètres d'entrée utilisés dans les projections sont présentés à l'annexe 2.

2.4 ANALYSES DE RISQUE

Un certain niveau d'imprécision est associé aux projections des captures et des biomasses en raison des incertitudes reliées à la taille réelle des classes d'âge. Ces incertitudes ont été exprimées par le risque de ne pas atteindre certains niveaux de référence selon un choix de différents quotas ou **TAC** (**T**otal **A**dmissible des **C**aptures).

Des analyses de risque (Gavaris et Sinclair, 1998) ont été réalisées par la procédure bootstrap d'ADAPT. Cette procédure permet d'estimer de nouveaux nombres à l'âge de la population par le ré-échantillonnage des résidus obtenus lors de la première estimation. Les analyses de risque ne tiennent cependant pas compte des incertitudes reliées à la mortalité naturelle, aux poids à l'âge et au recrutement partiel.

Les nombres à l'âge de la population en début de 2004 ont été estimés à 1000

was determined from the mean fishing mortalities at age generated by ADAPT.

The projected yields for 2004 were obtained by multiplying the projected catches in 2004 by the mean weights (1998-2003) at age taken from the commercial samples. The numbers at age for the population at the start of 2004 were converted into biomass using the mean weights at age from the samples collected in the fourth quarter of 2003.

The 2004 catches were also projected for various fishing mortality values. These values were converted into exploitation rates, allowing us to examine the corresponding differences in biomass at the start of 2005. All the input parameters for the projections are presented in annex 2.

2.4 RISK ANALYSES

A certain degree of imprecision is associated with the catch and biomass projections, because of uncertainties about the actual size of the year-classes. These uncertainties have been expressed as the risk of not attaining certain reference levels according to a choice of different quotas or **TAC** (**T**otal **A**llowable **C**atches).

Some risk analyses (Gavaris and Sinclair, 1998) have been performed using the ADAPT bootstrap procedure, in which new numbers at age for the population are estimated by resampling the residuals obtained in the first estimate. Such risk analyses do not, however, take any account of the uncertainties associated with natural mortality, weights at age, and partial recruitment.

The numbers at age of the population at the start of 2004 were estimated 1,000 times,

reprises, et à chaque itération, des projections des captures ont été calculées pour différentes valeurs de **TAC**. Lors des projections, la mortalité naturelle à l'âge a été fixée à 0.2 pour tous les groupes d'âge. Les poids moyens et la maturité moyenne à l'âge utilisés dans ces projections ont été calculés pour la période de 1998 à 2003 (Annexe 2). Le calcul du recrutement partiel moyen à l'âge a cependant été réalisé sur la période 2000-2003 pour tenir compte des changements récents observés dans le patron de la pêche (F. Grégoire, données non publiées). Les résultats obtenus ont permis d'estimer les probabilités suivantes : (a) que la biomasse de 2005 sera inférieure à celle de 2004, (b) que la mortalité par la pêche ne dépassera pas $F_{0.1}$. Le calcul des projections a été précédé d'une analyse de rendement par recrue de Thompson et Bell (Ricker, 1975) pour vérifier si la valeur de $F_{0.1}$ est toujours de 0.3.

and on each iteration, projected catches were calculated assuming various values for **TAC**. During the projections, natural mortality was fixed to 0.2 for all age groups. The average weight and maturity at age used in these projections were calculated for the 1998-2003 period (Annex 2). The calculation of the average partial recruitment at age was, however, realized for the 2000-2003 period to take into account of the recent changes observed in the fishery pattern (F. Grégoire, unpublished data). The results were used to estimate the following probabilities: (a) that the biomass will be lower in 2005 than in 2004, (b) that fishing mortality will not exceed $F_{0.1}$. A Thompson and Bell yield per recruit analysis (Ricker, 1975) was performed before the projections to verify if the value of $F_{0.1}$ is still of 0.3.

2.5 APPROCHE DE PRÉCAUTION

La loi sur les Océans du Canada signée en 1997 promulgue l'utilisation de l'Approche de Précaution dans la conservation, la gestion et l'exploitation des ressources halieutiques. Son application nécessite la mise en place d'objectifs qui tiennent compte de la conservation des stocks, des conditions environnementales et socio-économiques, de l'identification de résultats néfastes et d'une plus grande prudence en présence d'incertitude. Son application requière aussi le développement de stratégies correctives par l'établissement de points de références. Jusqu'à présent, l'approche de précaution n'a pas réellement été appliquée ce qui a permis la présence de situations où des stocks ont été poussés à la limite de la surexploitation et à la réouverture de certaines pêcheries sur des stocks effondrés sans que ces derniers n'aient montré suffisamment de signes de

2.5 PRECAUTIONARY APPROACH

Canada's *Oceans Act*, signed in 1997, promotes the use of a precautionary approach to the conservation, management, and use of marine resources. In order to enforce this legislation, objectives must be established that take into account conservation requirements; environmental, social, and economic conditions; the need to identify adverse impacts; and the need to exercise greater caution in the presence of uncertainty. Enforcement of this Act also requires corrective strategies to be implemented through the establishment of reference points. To date, the precautionary approach has not really been applied. This has resulted in situations where stocks have been pushed to the limit of over-exploitation and where certain fisheries have been reopened for collapsed stocks, even though they have not shown sufficient signs of rebuilding (Shelton and Rice, 2002).

reconstruction (Shelton et Rice, 2002).

Des points de références ont déjà été établis pour le hareng de la côte ouest de Terre-Neuve (McQuinn *et al.*, 1999). Ces derniers ont été examinés en fonction des résultats de la présente évaluation analytique. Des calculs ont aussi été réalisés, à titre exploratoire seulement, dans le but d'estimer l'un de ces points de référence ($\mathbf{B_{LIM}}$) à partir des méthodes présentées dans Shelton et Rivard (2003) (Annexe 3).

Some reference points have already been established for the herring of the west coast of Newfoundland (McQuinn *et al.*, 1999). These points have been examined in light of the results of the present analytical assessment. Some calculations have also been performed, on an exploratory basis only, to estimate one of these reference points ($\mathbf{B_{LIM}}$) from the methods presented in Shelton and Rivard (2003) (Annex 3).

3.0 RÉSULTATS

3.0 RESULTS

3.1 DESCRIPTION DU STOCK

3.1 STOCK DESCRIPTION

La capture à l'âge des harengs reproducteurs de printemps de 2003 est caractérisée par la dominance de la classe d'âge de 1996 (Tableau 1, Figure 2A). Cette dernière est suivie des classes d'âge de 1999 et 1997. À elles seules, ces trois classes d'âge comptent pour 73.5 % de toutes les captures réalisées en 2003. D'autres classes d'âge dominantes ont été observées dans le passé, dont celles de 1959, 1968, 1974, 1980, 1982, 1987, 1990 et 1994 (Figure 2B).

The catch at age of spring spawning herring in 2003 is characterized by the dominance of the 1996 year-class (Table 1, Figure 2A), followed by the 1999 and 1997 year-classes. These 3 year-classes, combined, account for 73.5% of the entire 2003 catch. Other dominant year-classes have been observed in the past, including those of 1959, 1968, 1974, 1980, 1982, 1987, 1990, and 1994 (Figure 2B).

Les captures (t) des harengs reproducteurs de printemps ont grandement fluctué au cours des ans (Figure 3A). Des baisses importantes ont été observées au début des années 1980 et 1990. Ces périodes sont aussi caractérisées par une diminution de l'âge moyen des captures (Figure 3B). Les captures ont été à la hausse entre 1999 et 2002, mais à la baisse en 2003.

The spring spawning herring catch (t) have fluctuated greatly over the years (Figure 3A). Significant decreases were observed at the start of the 1980s and 1990s. During these periods, the mean age of the catch also declined (Figure 3B). The catches have increased between 1999 and 2002, but decreased in 2003.

Des variations annuelles sont observées dans les poids moyens à l'âge calculés à partir des échantillons biologiques (Tableau 2, Figure 4A). Les poids moyens à l'âge les plus élevés ont été mesurés dans les années 1980. La même conclusion s'applique pour

Annual variations can be seen in the mean weights at age calculated from the biological samples (Table 2, Figure 4A). The highest mean weights at age were measured in the 1980s. The same conclusion applies for the mean weights obtained from the samples

les poids moyens associés aux échantillons couvrant uniquement les débarquements des senneurs du quatrième trimestre (Tableau 3, Figure 4B).

that covered only the purse seine landings from the fourth quarter (Table 3, Figure 4B).

À 5 ans, la maturité sexuelle est atteinte chez presque tous les harengs de printemps (Tableau 4, Figure 4C). En 2003, pour les groupes d'âge 3 et 4, elle se situait respectivement à 50 % et 100 %. Au cours des dernières années, l'âge à la maturité sexuelle a aussi diminué par rapport aux années 1960 et 1970.

At age 5, almost all of the spring spawning herring have attained sexual maturity (Table 4, Figure 4C). In 2003, for age groups 3 and 4 the figure was, respectively, at 50% and 100%. In recent years, age at sexual maturity has also decreased compared with the 1960s and 1970s.

3.2 INDICES D'ABONDANCE

3.2 ABUNDANCE INDICES

L'abondance des harengs reproducteurs de printemps, telle que mesurée par les relevés acoustiques, a graduellement chuté entre 1991 et 1995 (Tableau 5, Figure 5A). Cette diminution a été causée à la fois par le déclin des classes d'âge de 1980, 1982 et 1987 qui étaient très importantes en 1991, et l'absence par la suite de nouvelles classes d'âge abondantes (Figure 5B). L'abondance de ce stock reproducteur a légèrement augmenté entre 1997 et 1999 grâce à la présence des classes d'âge de 1994, 1995 et 1996. Une très grande variabilité est associée à l'estimation de biomasse de 1991 (Figure 5C) et aucun changement significatif de biomasse n'a été observé depuis 1995.

The abundance of spring spawning herring, as measured by the acoustic surveys, fell gradually from 1991 to 1995 (Table 5, Figure 5A). This decrease was due both to a decline in the 1980, 1982, and 1987 year-classes, which were very important in 1991, and the subsequent absence of any new abundant year-classes (Figure 5B). The abundance of this spawning stock increased slightly from 1997 to 1999, thanks to the presence of the 1994, 1995, and 1996 year-classes. A very high variability is associated with the estimate of biomass for 1991 (Figure 5C), and no significant changes in biomass have been observed since 1995.

L'analyse de variance réalisée sur les taux de capture des filets maillants s'est avérée significative de même que la contribution de chacune des variables de regroupement à la régression multiple ($p<0.0001$) (Annexe 1). Le modèle explique à lui seul 50 % de la variance totale. Les taux de capture standardisés par l'analyse de variance présentent une tendance nette à la baisse entre 1985 et 1998 (Tableau 6, Figure 6A). Cette baisse est principalement attribuable aux déclins des classes d'âge dominantes de 1980 et 1982 qui n'ont pas réellement été

The analysis of variance performed on the gillnet catch rates was found to be significant, as was the contribution of each of the grouping variable to the multiple regression ($p<0.0001$) (Annex 1). The model on its own explains 50% of the total variance. The standardized catch rates from the analysis of variance display a clear downward trend from 1985 to 1998 (Table 6, Figure 6A), attributable chiefly to the decline of the dominant 1980 and 1982 year-classes, which were never really replaced in the ensuing years (Figure 6B). On the other

remplacées au cours des années suivantes (Figure 6B). Par contre, l'augmentation mesurée entre 1998 et 2002 semble avoir été causée par l'arrivée des classes d'âge de 1994 et 1996 dont l'abondance est supérieure à celle des classes d'âge qui ont été observées depuis la fin des années 1980. L'arrivée d'une classe d'âge dans cet indice d'abondance se fait lorsque les poissons qui la composent atteignent 4 ou 5 ans comparativement aux âges 2 et 3 ans dans le cas du relevé acoustique. L'indice des filets maillants a cependant diminué en 2003, une première depuis 1998.

hand, the increase measured between 1998 and 2002 seems to have been caused by the arrival of the 1994 and 1996 year-classes, which are more abundant than the year-classes that have been observed since the late 1980s. A given year-class gets included in this abundance index when the fish composing it reach age 4 or 5, compared with age 2 or 3 in the index from the acoustic survey. The gillnet index, however, has declined in 2003, a first since 1998.

À l'exception du groupe d'âge 3, l'indice des filets maillants mesure de façon cohérente le passage d'une classe d'âge dans le stock (Figure 7). Les taux de capture à l'âge trois ont cependant été conservés dans l'**ASP** puisque les valeurs 0 qui sont présentes à plusieurs reprises dans ce groupe d'âge sont considérées par ADAPT comme des données manquantes.

With the exception of the age group 3, the gillnet index is able to measure adequately the passage of a year-class in the stock (Figure 7). However, catch rates at age 3 were not discarded of the **SPA** because the ADAPT software treats the values of 0, which are abundant at this age group, as missing data.

3.3 ÉTAT DU STOCK

3.3 STOCK STATUS

3.31 ASP : Mesures d'erreurs, résidus et corrélations

3.31 SPA: Error measurements, residuals and correlations

Les estimations d'abondance des harengs des groupes d'âge 4 à 6 ans en 2004 ont des coefficients de variation (CV) élevés et supérieurs à 65 % (Tableau 7). Pour les autres groupes d'âge, les CV varient entre 31.3 % et 48.9 %. Pour les coefficients de capturabilité des filets maillants, le CV le plus élevé est de 35.2 % pour le groupe d'âge 3. Chez les autres groupes d'âge, ils varient entre 19.0 % et 20.5 %. Des valeurs plus élevées, variant de 34.2 % à 38.8 %, sont associées aux coefficients de capturabilité des relevés acoustiques.

The herring abundance estimates for age groups 4 to 6 in 2004 have high coefficients of variation (CV) with values greater than 65% (Table 7). For the other age groups, the coefficients of variation range from 31.3% to 48.9%. For the gillnet catchability coefficients, the highest CV is 35.2%, for age group 3. The coefficients of variation for the other age groups range from 19.0% to 20.5%. The catchability coefficients from the acoustic surveys have higher coefficients of variation, on the order of 34.2% to 38.8%.

Les coefficients de capturabilité des filets maillants augmentent rapidement entre les

The gillnet catchability coefficients increase rapidly from ages 5 to 9 (Figure 8A). This

âges 5 et 9 ans (Figure 8A). Cet accroissement diminue par la suite. Les coefficients des relevés acoustiques augmentent légèrement entre 2 et 9 ans et très rapidement pour les âges suivants (Figure 8B). La matrice des corrélations ne présente pas de valeurs élevées qui pourraient traduire une dépendance entre certains des paramètres estimés par l'**ASP** (Tableau 8).

increase is reduced after that. The coefficients from the acoustic surveys increase slightly from age 2 to age 9, and very rapidly for the following ages (Figure 8B). The correlation matrix does not contain any high values that might reflect a dependency between certain of the parameters estimated by the **SPA** (Table 8).

Pour les deux indices d'abondance, les résidus ne présentent pas de patrons annuels importants (Figure 9A). L'indice du relevé acoustique présente cependant des résidus élevés pour l'âge 5 en 1991 et l'âge 2 en 1997 (Figure 9B). Pour les années précédant ce relevé, l'indice des filets maillants présente des résidus élevés à la fois chez les plus jeunes et les plus vieux groupes d'âge (Figure 9C).

For the two abundance indices, the residuals do not show any major annual patterns (Figure 9A). However, the acoustic survey index shows high residuals for age 5 in 1991 and age 2 in 1997 (Figure 9B). For the years preceding the acoustic surveys, high residuals are observed in the gillnet catch rates both for the youngest and for the oldest age groups (Figure 9C).

Malgré la présence de résidus élevés, les valeurs d'abondance observées et prédites par le relevé acoustique sont assez similaires (Figure 10). Les valeurs d'abondance associées aux filets maillants s'accordent assez bien sauf pour le groupe d'âge 3 qui est mal évalué par l'**ASP**, de même que l'âge 10 en 1987 et le groupe d'âge 11^{+} en 1989 et 1990 (Figure 11).

Despite the presence of high residuals, the abundance values observed and predicted by the acoustic survey are fairly similar (Figure 10). The abundance values from the gillnet data match fairly closely, except for age group 3, which is poorly estimated by the **SPA**, as is age 10 in 1987 and age group 11^{+} in 1989 and 1990 (Figure 11).

3.32 Analyses rétrospectives

Les estimations successives de l'abondance et de la biomasse des classes d'âge (à l'âge 2) qui ont dominé la pêche depuis 1965 présentent des résultats identiques quelque soit l'année de l'évaluation (Figures 12A et 12B). Cependant, une tendance importante à sous-estimer les nombres (totaux) réels est mesurée entre 1998 et 2002 inclusivement (Figure 13A). Les plus importantes différences d'abondance sont observées pour 1998, 1999 et 2001 (Figure 13B).

3.32 Retrospective analyses

The successive estimates of the abundance and biomass (at age 2) of the year-classes that have dominated the fishery since 1965 yield identical results regardless of the year of the assessment (Figures 12A and 12B). However, a high tendency to underestimate the real total numbers is seen from 1998 through 2002 (Figure 13A). The highest differences in the abundance are observed for 1998, 1999 and 2001 (Figure 13B).

Les analyses rétrospectives révèlent aussi une tendance à sous-estimer les biomasses et les biomasses reproductrices entre 1998 et 2002 (Figures 14A et 15A). Les plus importantes différences sont observées en 1999 et 2000 (Figures 14B et 15B). Au cours de la même période (1998-2002), la mortalité par la pêche (Figure 16A) de même que les taux d'exploitation (Figure 16B) ont été surévalués.

The retrospective analyses reveal also a tendency to underestimate the biomasses and the spawning biomasses between 1998 and 2002 (Figures 14A and 15A). The most important differences are observed in 1999, and 2000 (Figures 14B and 15B). For the same period (1998-2002), fishing mortality (Figure 16A) and exploitation rates (Figure 16B) were overestimated.

3.33 Résultats de l'ASP

L'**ASP** révèle que la fin des années 1960 de même que le milieu des années 1980 ont été caractérisés par une augmentation significative de l'abondance et de la biomasse des harengs (Tableaux 9 et 10, Figure 17A). Des taux de recrutement (recrues / biomasse reproductrice correspondante) élevés caractérisent ces deux périodes (Figure 17B) et sont associés aux classes d'âge de 1968, 1969, 1980 et 1982 (Figure 17C). À 2 ans, l'abondance des classes d'âge de 1994, 1995, 1996 et 1997 était légèrement plus élevée que la moyenne et du même ordre de grandeur que celle des classes d'âge de 1963, 1966, 1974, 1987 et 1990. Les classes d'âge de 1994 à 1997 sont aussi responsables de l'augmentation récente de la biomasse reproductrice qui est passée par un minimum historique de 32 559 t en 1997 à 74 994 t en 2002 (Tableau 11). Une diminution est cependant mesurée en 2003 et 2004 avec des valeurs respectives de 57 727 t et 52 582 t.

3.33 SPA results

The **SPA** reveals that the herring became significantly more abundant in the late 1960s and the mid-1980s (Tables 9 and 10, Figure 17A). Both of these periods were characterized by high recruitment rates (recruits / corresponding spawning biomass) (Figure 17B), associated with the 1968, 1969, 1980, and 1982 year-classes (Figure 17C). At age 2, the abundance of the 1994, 1995, 1996, and 1997 year-classes was slightly higher than the average and of the same order of magnitude as that of the 1963, 1966, 1974, 1987, and 1990 year-classes. The 1994 to 1997 year-classes have also been responsible for the recent increase in spawning stock biomass, which rose from a record low of 32,559 t in 1997 to 74,994 t in 2002 (Table 11). However, a decline is measured in 2003 and 2004 with 57,727 t and 52,582 t, respectively.

L'**ASP** révèle aussi que la mortalité par la pêche sur les plus vieux individus (8 ans et plus) a dépassé le seuil du $F_{0.1}$ au milieu des années 1960, en 1982, 1983, 1989 et pendant presque toutes les années 1990 (Tableau 12, Figure 18). En réponse aux mesures sévères de gestion appliquées depuis 1998, une chute importante de la mortalité par la pêche a été enregistrée entre 1998 et 1999 et entre

The **SPA** also reveals that fishing mortality among the oldest individuals (age 8 and older) exceeded the $F_{0.1}$ threshold in the mid-1960s, in 1982, 1983, 1989, and throughout almost the entire 1990s (Table 12, Figure 18). In response to the strict management measures that have been applied since 1998, fishing mortality fell substantially between 1998 and 1999 and

2002 et 2003, autant pour les individus âgés que pour les plus jeunes.

Le déclin de l'abondance des classes d'âge dominantes est très rapide entre les âges 2 et 5 ans et dans certains cas, il se poursuit même jusqu'à l'âge 7 (Figure 19). Les classes d'âge de 1968 (Figure 19A), 1974 (Figure 19B), 1980 et 1982 (Figure 19C) et finalement 1994, 1996, 1997 et 1999 (Figure 19D) sont parmi les classes d'âge dont l'abondance a décliné le plus rapidement.

3.4 PERSPECTIVES

3.41 Analyse de rendement par recrue

L'analyse de rendement par recrue indique que la valeur de $F_{0.1}$ serait de 0.27 (Figure 20). Cependant, les analyses de risque ont quand même été réalisées avec une valeur de $F_{0.1}$ égale à 0.3 puisque des résultats identiques ont été obtenus avec une valeur de 0.27 (F. Grégoire, données non publiées).

3.42 Projections

Pour un taux d'exploitation de 24 % ($F_{0.1}$), les prises projetées en 2004 seraient de près de 10 000 t (Figure 21). Cependant, une diminution de 8 % de la biomasse reproductrice serait observée à ce même niveau des captures. Les captures associées à aucun changement de biomasse seraient d'environ 6 000 t, ce qui équivaudrait à un taux d'exploitation de 14 %.

3.43 Analyses de risque

Selon des analyses de risque, la probabilité de dépasser $F_{0.1}$ en 2004 serait inférieure à 50 % pour des captures de moins de 10 000 t (Figure 22). Ces analyses indiquent aussi qu'à ce niveau de captures, les probabilités de voir une augmentation de biomasse entre 2004 et 2005 sont inexistantes. Ces

between 2002 and 2003, among both the oldest and the youngest individuals.

The abundance of the dominant year-classes declines very rapidly from ages 2 to 5 and in some cases even continues to do so until age 7 (Figure 19). The 1968 (Figure 19A), 1974 (Figure 19B), 1980, and 1982 (Figure 19C) and finally 1994, 1996, 1997, and 1999 (Figure 19D) year-classes are among those whose abundance fell most rapidly.

3.4 OUTLOOK

3.41 Yield per recruit analysis

According to the yield per recruit analysis, $F_{0.1}$ would have a value of 0.27 (Figure 20). However, the risk analyses have been realized with $F_{0.1}$ equal to 0.3 because identical results were obtained with a value of 0.27 (F. Grégoire, unpublished data).

3.42 Projections

For an exploitation rate of 24% ($F_{0.1}$), the expected catches in 2004 would be close to 10,000 t (Figure 21). However, a decline of 8% would be observed at this same catch level. Catches associated to no change in the biomass would be around 6,000 t, for an exploitation rate of 14%.

3.43 Risk analyses

Based on risk analyses, the probability of exceeding $F_{0.1}$ in 2004 would be under 50% for catches of less than 10,000 t (Figure 22). These analyses also show that the probability of biomass increasing between 2004 and 2005 is nil at this catch level. However, these projections have to be

projections doivent cependant être interprétées avec beaucoup de prudence compte tenu des imprécisions de l'**ASP**.

La situation de ce stock reproducteur s'est améliorée depuis la fin des années 1990 (McQuinn *et al.*, 1999). La biomasse reproductrice de 57 727 t (Tableau 11) calculée pour 2003 se situe maintenant au-delà de la limite minimale acceptable (B_{LIM}) de 37 831 t et de la limite tampon (B_{BUF}) fixée à 57 453 t (Figure 23). Dans le cas présent, B_{LIM} correspond à 20 % de la biomasse reproductrice maximale de toute la série historique et B_{BUF} à la biomasse reproductrice (et supérieure à B_{LIM}) qui a produit la dernière classe d'âge abondante (McQuinn *et al.*, 1999).

3.5 HARENGS REPRODUCTEURS D'AUTOMNE

Le seul indice d'abondance des harengs reproducteurs d'automne provenait du relevé acoustique. Comme il n'y a pas eu de relevé en 2003 et qu'il n'existe pas d'indice de la pêche au filet maillant, aucun avis scientifique ne peut être émis sur la taille de ce stock ainsi que sur le niveau des prises pour 2004 (ce niveau était de 10 000 t en 2003). Il est même probable que nous soyons dans l'impossibilité d'émettre un avis pour le stock d'automne dans les années à venir.

4.0 DISCUSSION

Une divergence est observée entre l'indice des filets maillants des reproducteurs de printemps et le relevé acoustique. Les diagnostics de l'**ASP** dénotent aussi certains problèmes d'ajustement des modèles. De plus, ces analyses indiquent la présence d'un patron rétrospectif démontrant une tendance à sous-estimer l'abondance de ce stock

interpreted with a great deal of caution, given the **SPA**'s inaccuracy.

The state of the spring spawning stock has improved since the end of the 1990s (McQuinn *et al.*, 1999). Its biomass was calculated at 57,727 t (Table 11) in 2003, so it now exceeds the minimum acceptable limit (B_{LIM}) of 37,831 t and the established buffer limit (B_{BUF}) of 57,453 t (Figure 23). In this case, B_{LIM} has been defined as 20 % of the largest spawning stock biomass in the entire time series and B_{BUF} as the spawning stock biomass (and superior to B_{LIM}) that produced the last abundant year-class (McQuinn *et al.*, 1999).

3.5 FALL SPAWNING HERRING

The acoustic survey provided the only abundance index for fall spawning herring. Because no survey was conducted in 2003 and because the commercial gillnet fishery has no index, no scientific advice can be given on the size of the stock and on the catches level for 2004 (this level was of 10,000 t in 2003). It is also unlikely that we will be able to provide advice on fall spawning stock in the years to come.

4.0 DISCUSSION

A discrepancy is observed between the gillnet index and the acoustic survey for the spring stock. Examination of the **SPA** results indicates some problems with the fit of the models. These analyses also indicated the presence of a retrospective pattern showing a tendency to underestimate the abundance of this spawning stock. Given this high level of

reproducteur. Compte tenu des incertitudes très élevées, les résultats de l'**ASP** doivent être utilisés avec prudence et un niveau plus élevé d'incertitude doit être associé aux projections déterminées par les analyses de risque.

uncertainty, the results of the **SPA** must be used with caution, and greater uncertainty must be ascribed to the projections derived from the risk analyses.

Étant donné la présence de signaux biologiques inquiétants (baisse de l'âge moyen des captures et maturité plus précoce), de la concentration de l'effort de pêche sur des zones et des périodes de temps plus restreintes et de l'absence d'information sur le stock d'automne, nous recommandons que le **TAC** de 2004 soit limité rigoureusement à un maximum de 20 000 t qui devrait être distribué de la façon suivante :

Given the presence of worrisome biological indicators (drop in the mean age of the catch and maturation at an earlier age), the concentration of fishing effort in more limited areas and periods and the lack of information on fall spawning stock, we recommend that the **TAC** in 2004 be strictly limited at 20,000 t and distributed as follow:

ANNÉE	PRINTEMPS	AUTOMNE	TOTAL
2003	10 000 t	10 000 t	20 000 t
2004	10 000 t	Statu Quo	20 000 t

YEAR	SPRING	FALL	TOTAL
2003	10,000 t	10,000 t	20,000 t
2004	10,000 t	Status Quo	20,000 t

De plus, pour favoriser la conservation des deux stocks reproducteurs et améliorer nos bases de données, le présent avis recommande : (1) le maintien des mesures de gestion concernant la baie St-George pour continuer à protéger la ponte des reproducteurs de printemps, (2) une dispersion de l'effort de pêche le long de la côte et sur toute l'année, (3) une participation accrue des pêcheurs du programme des pêcheurs repères et des livres de bord provenant de l'industrie pour les reproducteurs de printemps, et finalement (4) l'utilisation de livres de bord par des pêcheurs de filet maillant à l'automne (pêcheurs repères).

Moreover, to promote the conservation of the two spawner stocks and improve our databases, the present advice recommends: (1) maintaining the management measures in St George's Bay to continue protecting spring spawning activity, (2) dispersing the fishing effort along the entire coast and throughout the year, (3) increasing fishers' participation in the index fishers' program and the industry logbook program for the spring spawners, and lastly (4) having fall gillnet fishers maintain logbooks (index fishers).

5.0 REMERCIEMENTS

Des remerciements vont au Dr. Martin Castonguay et M. Alain Fréchet pour la révision du document. De très sincères remerciements vont aussi à M. Stratis Gavaris (MPO, St-Andrews, NB) pour tous ses conseils concernant l'utilisation d'ADAPT. De plus, plusieurs figures du présent document sont basées sur des figures présentées dans ses documents de recherche.

5.0 ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks go to Dr. Martin Castonguay et M. Alain Fréchet for their reviews of this document. Very sincere thanks also go to M. Stratis Gavaris (DFO, St. Andrews, NB) for his advice concerning the utilisation of ADAPT. Moreover, several figures of the present document are based on figures presented in his research documents.

6.0 RÉFÉRENCES / *REFERENCES*

Gavaris, S. 1980. Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 2272-2275.

Gavaris, S. 1988. An adaptive framework for the estimation of population size. CAFSAC Res. Doc. 88/29: 12p.

Gavaris, S. 1999. ADAPT (ADAPTive Framework) User's Guide. DFO. St. Andrews Biological Station, St. Andrews, N.B., Canada. 25p.

Gavaris, S., et/and A. Sinclair. 1998. From Fisheries Assessment Uncertainty to Risk Analysis for Immediate Management Actions In: F. Funk, T.J. Quinn II, J. Heifetz, J.N. Ianelli, J.E. Powers, J.F. Schweigert, P.J. Sullivan, and C.-I. Zhang (Editors), Fishery Stock Assessment Models. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-98-01, Fairbanks. 1054p.

Grégoire, F., et/and L. Lefebvre. 2002. Analytical assessment and risk analyses for the stock of spring spawning herring (*Clupea harengus harengus* L.) on the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) in 2001. CSAS Res. Doc. 2002/059. 59p.

Grégoire, F., L. Lefebvre, J. Guérin, J. Hudon et/and J. Lavers. 2004a. Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) on the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) in 2003. CSAS Res. Doc. 2004/078. 72p.

Grégoire, F., L. Lefebvre et/and J. Lavers. 2004b. Analytical assessment and risk analyses for the herring (*Clupea harengus harengus* L.) stocks of the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) in 2002. CSAS Res. Doc. 2004/060. 89p.

McQuinn, I. H. 1987. Revisions to the 4R herring catch-at-age matrices. CAFSAC Res. Doc. 87/68, 23p.

McQuinn, I. H., M. Hammil, et/and L. Lefebvre. 1999. An assessment and risk projections of the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) herring stocks (1965 to 2000). CSAS Res. Doc. 99/119. 94p.

Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191E: 382 p.

Shelton, P.A., et/and J. C. Rice. 2002. Limits to overfishing: reference points in the context of the Canadian perspective on the precautionary approach. CSAS Res. Doc. 2002/084. 29p.

Shelton, P.A., et/and D. Rivard. 2003. Developing a Precautionary Approach to Fisheries Management in Canada – the Decade Following the Cod Collapses. NAFO SCR. 03/1.

Sinclair, A., D. Gascon, R. O'Boyle, D. Rivard et/and S. Gavaris. 1991. Consistency of some northwest Atlantic groundfish stock assessments. NAFO SCS 16: 59-77.

Tableau 1. Capture commerciale à l'âge en nombres (000's) pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO.

Table 1. Commercial catch at age in numbers (000's) for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.

ANNÉE / *YEAR*	GROUPE D'ÂGE / *AGE GROUP*										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+	2+
1965	630	73	13	693	1602	1293	651	461	305	509	**6230**
1966	115	283	276	520	1822	4176	2090	1652	382	638	**11953**
1967	0	18	459	139	318	3403	2745	1265	742	847	**9936**
1968	84	163	302	549	203	569	1120	2049	420	358	**5818**
1969	366	1730	2778	1026	500	264	703	1259	1185	117	**9928**
1970	1067	570	297	435	182	75	116	565	1615	61	**4983**
1971	0	2527	303	841	720	651	340	350	2412	255	**8400**
1972	284	220	8189	1308	1461	1245	1115	1377	1034	2013	**18247**
1973	1833	435	1063	27872	2570	3222	3232	2598	4789	5696	**53310**
1974	141	261	130	371	9445	318	851	774	490	2175	**14955**
1975	57	996	420	100	1063	8431	317	336	244	665	**12629**
1976	484	680	846	201	350	2802	15567	759	3136	3588	**28413**
1977	10	534	541	409	304	348	4362	15959	1694	6003	**30165**
1978	0	47	1987	207	679	241	2162	8208	15260	5062	**33851**
1979	167	25	214	10828	617	1075	547	2772	7404	14032	**37681**
1980	300	854	106	355	13872	407	1344	247	1427	20574	**39486**
1981	40	417	2114	129	354	8872	188	515	283	13181	**26093**
1982	594	2374	693	2452	421	2153	6488	704	950	12863	**29692**
1983	34	2965	3562	1131	1091	293	713	2990	798	7975	**21552**
1984	198	433	7773	3809	595	814	209	672	755	4226	**19485**
1985	362	4587	787	21642	3993	445	381	255	380	1764	**34597**
1986	323	2348	13762	3349	28781	5241	465	167	260	1661	**56356**
1987	455	329	2781	15257	3507	12952	1736	182	37	806	**38041**
1988	702	539	402	2461	15064	3677	13616	2527	423	2060	**41472**
1989	305	574	763	461	3036	18704	3072	10910	779	1380	**39984**
1990	114	2136	670	405	997	5010	16296	3773	6432	2187	**38019**
1991	577	2233	9849	1285	768	3018	6955	21327	2366	6579	**54957**
1992	90	1243	1707	8538	998	998	2781	2168	11879	3902	**34306**
1993	79	1592	3802	3409	6784	1509	2102	2727	2800	8804	**33608**
1994	14	332	2597	3183	3762	3434	1642	1589	1757	1945	**20254**
1995	12	247	1219	5750	5807	2152	7126	185	3083	4577	**30158**
1996	1347	248	1156	4056	7712	4211	551	321	419	1597	**24587**
1997	36	1006	131	259	1303	6598	1684	580	2554	1588	**15740**
1998	80	859	7836	393	579	2143	7683	1146	994	3174	**24888**
1999	152	1815	3501	4583	202	156	749	1532	378	943	**14011**
2000	0	3106	7182	2207	3971	108	248	765	857	773	**19217**
2001	189	184	3627	6440	4045	3794	146	338	766	1651	**21180**
2002	0	6545	515	6643	8770	3672	3525	179	411	869	**31129**
2003	0	1016	5576	1367	5085	6021	1924	931	204	569	**22693**

Tableau 2. Poids commerciaux (kg) à l'âge des harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO.

Table 2. Commercial weight (kg) at age for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.

ANNÉE / *YEAR*	GROUPE D'ÂGE / *AGE GROUP*									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+
1965	0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
1966	0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
1967	0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
1968	0.128	0.169	0.244	0.288	0.304	0.328	0.338	0.357	0.381	0.370
1969	0.145	0.191	0.233	0.259	0.287	0.309	0.323	0.357	0.371	0.370
1970	0.106	0.189	0.259	0.280	0.296	0.353	0.375	0.380	0.377	0.370
1971	0.102	0.159	0.229	0.257	0.271	0.289	0.308	0.332	0.339	0.376
1972	0.098	0.139	0.178	0.203	0.250	0.279	0.305	0.310	0.313	0.372
1973	0.101	0.158	0.224	0.222	0.268	0.303	0.322	0.333	0.350	0.367
1974	0.129	0.172	0.223	0.236	0.262	0.300	0.324	0.351	0.335	0.384
1975	0.077	0.156	0.197	0.242	0.243	0.279	0.301	0.335	0.350	0.382
1976	0.069	0.122	0.193	0.241	0.252	0.269	0.299	0.315	0.334	0.382
1977	0.064	0.156	0.208	0.247	0.278	0.262	0.290	0.313	0.332	0.353
1978	0.103	0.184	0.228	0.275	0.305	0.313	0.318	0.340	0.362	0.393
1979	0.115	0.121	0.234	0.268	0.319	0.343	0.357	0.366	0.373	0.409
1980	0.117	0.201	0.247	0.298	0.321	0.354	0.380	0.398	0.389	0.430
1981	0.085	0.196	0.262	0.327	0.344	0.385	0.415	0.430	0.429	0.472
1982	0.095	0.216	0.263	0.290	0.357	0.386	0.395	0.423	0.434	0.454
1983	0.142	0.190	0.263	0.305	0.337	0.385	0.424	0.434	0.492	0.475
1984	0.134	0.206	0.239	0.297	0.348	0.379	0.406	0.431	0.437	0.485
1985	0.109	0.168	0.247	0.283	0.329	0.373	0.404	0.434	0.425	0.477
1986	0.142	0.171	0.230	0.268	0.315	0.338	0.413	0.415	0.449	0.459
1987	0.165	0.235	0.250	0.289	0.349	0.370	0.390	0.428	0.422	0.515
1988	0.153	0.192	0.223	0.261	0.302	0.338	0.371	0.385	0.457	0.490
1989	0.149	0.193	0.233	0.301	0.307	0.350	0.384	0.399	0.408	0.488
1990	0.120	0.180	0.257	0.270	0.301	0.343	0.373	0.409	0.417	0.461
1991	0.154	0.159	0.203	0.276	0.318	0.332	0.374	0.401	0.408	0.440
1992	0.103	0.115	0.214	0.246	0.276	0.366	0.368	0.399	0.411	0.422
1993	0.115	0.149	0.194	0.251	0.277	0.323	0.383	0.401	0.420	0.434
1994	0.112	0.158	0.192	0.223	0.273	0.320	0.354	0.380	0.390	0.412
1995	0.106	0.174	0.179	0.216	0.258	0.272	0.326	0.336	0.377	0.406
1996	0.107	0.149	0.217	0.244	0.284	0.326	0.335	0.389	0.413	0.469
1997	0.107	0.173	0.153	0.233	0.277	0.296	0.329	0.347	0.370	0.428
1998	0.082	0.141	0.171	0.222	0.275	0.283	0.315	0.363	0.376	0.412
1999	0.094	0.158	0.195	0.216	0.266	0.298	0.333	0.357	0.415	0.428
2000	0.109	0.183	0.200	0.239	0.267	0.328	0.324	0.385	0.362	0.443
2001	0.121	0.213	0.226	0.240	0.278	0.295	0.350	0.356	0.382	0.418
2002	0.098	0.184	0.211	0.251	0.282	0.318	0.329	0.375	0.419	0.453
2003	0.101	0.166	0.210	0.234	0.277	0.301	0.333	0.394	0.409	0.435

Tableau 3. Poids moyens (kg) à l'âge des harengs reproducteurs de printemps provenant de la pêche automnale (quatrième trimestre) à la senne bourse de la division 4R de l'OPANO.

Table 3. Mean weight (kg) at age for the spring spawning herring from the fall (fourth quarter) purse seine fishery in NAFO Division 4R.

ANNÉE / *YEAR*	GROUPE D'ÂGE / *AGE GROUP*									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+
1965	0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
1966	0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
1967	0.128	0.166	0.266	0.312	0.327	0.348	0.361	0.387	0.425	0.425
1968	0.128	0.166	0.244	0.292	0.308	0.333	0.340	0.358	0.384	0.390
1969	0.148	0.190	0.237	0.265	0.287	0.315	0.323	0.357	0.370	0.390
1970	0.106	0.165	0.255	0.276	0.292	0.358	0.387	0.388	0.380	0.390
1971	0.123	0.144	0.205	0.252	0.258	0.287	0.291	0.315	0.339	0.390
1972	0.139	0.176	0.205	0.248	0.295	0.323	0.316	0.357	0.399	0.390
1973	0.118	0.191	0.206	0.238	0.263	0.311	0.347	0.343	0.349	0.390
1974	0.148	0.169	0.223	0.241	0.281	0.320	0.336	0.357	0.374	0.392
1975	0.133	0.180	0.215	0.239	0.272	0.315	0.341	0.350	0.362	0.391
1976	0.138	0.209	0.229	0.252	0.270	0.280	0.306	0.340	0.327	0.345
1977	0.142	0.206	0.229	0.293	0.294	0.331	0.329	0.356	0.374	0.394
1978	0.142	0.226	0.244	0.307	0.333	0.354	0.359	0.376	0.395	0.428
1979	0.145	0.227	0.253	0.295	0.336	0.365	0.365	0.403	0.396	0.434
1980	0.184	0.229	0.291	0.334	0.382	0.411	0.445	0.463	0.458	0.506
1981	0.157	0.225	0.273	0.358	0.372	0.411	0.445	0.442	0.453	0.477
1982	0.130	0.198	0.283	0.329	0.400	0.415	0.417	0.469	0.463	0.482
1983	0.148	0.187	0.280	0.328	0.368	0.399	0.433	0.437	0.462	0.486
1984	0.118	0.190	0.252	0.310	0.353	0.400	0.442	0.437	0.445	0.485
1985	0.107	0.187	0.261	0.300	0.346	0.381	0.406	0.471	0.447	0.472
1986	0.142	0.173	0.241	0.283	0.328	0.351	0.433	0.445	0.458	0.455
1987	0.137	0.215	0.253	0.301	0.358	0.388	0.388	0.475	0.479	0.526
1988	0.144	0.205	0.268	0.288	0.334	0.373	0.396	0.402	0.524	0.498
1989	0.137	0.214	0.252	0.304	0.340	0.384	0.406	0.430	0.451	0.512
1990	0.122	0.183	0.268	0.307	0.347	0.351	0.396	0.409	0.459	0.459
1991	0.163	0.191	0.250	0.293	0.360	0.369	0.426	0.434	0.416	0.483
1992	0.103	0.155	0.231	0.272	0.311	0.369	0.394	0.425	0.431	0.460
1993	0.115	0.173	0.213	0.256	0.299	0.314	0.391	0.431	0.438	0.478
1994	0.111	0.149	0.211	0.237	0.299	0.386	0.385	0.435	0.431	0.504
1995	0.111	0.168	0.182	0.241	0.293	0.332	0.383	0.424	0.459	0.493
1996	0.107	0.142	0.224	0.255	0.300	0.345	0.364	0.412	0.418	0.500
1997	0.107	0.185	0.211	0.236	0.283	0.309	0.344	0.346	0.382	0.406
1998	0.101	0.141	0.173	0.205	0.263	0.257	0.323	0.392	0.419	0.432
1999	0.094	0.150	0.191	0.224	0.285	0.311	0.350	0.385	0.463	0.458
2000	0.101	0.196	0.214	0.251	0.280	0.322	0.328	0.333	0.385	0.453
2001	0.101	0.216	0.237	0.249	0.281	0.307	0.338	0.408	0.406	0.436
2002	0.101	0.196	0.301	0.276	0.309	0.346	0.338	0.373	0.431	0.479
2003	0.099	0.166	0.215	0.266	0.300	0.320	0.337	0.358	0.408	0.429

Tableau 4. Proportion annuelle de la maturité à l'âge (deuxième trimestre, senne bourse) des harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO.

Table 4. Annual proportion of the maturity at age (second quarter, purse seine) for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.

ANNÉE / *YEAR*	GROUPE D'ÂGE / *AGE GROUP*									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+
1965	0.000	0.202	0.805	0.981	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1966	0.000	0.202	0.805	0.981	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1967	0.000	0.202	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1968	0.000	0.202	0.805	0.981	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1969	0.000	0.202	0.714	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1970	0.000	0.500	0.778	0.936	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1971	0.000	0.202	0.805	0.981	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1972	0.000	0.016	0.808	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1973	0.000	0.143	0.667	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1974	0.000	0.143	0.900	0.938	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1975	0.000	0.350	0.571	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1976	0.000	0.278	0.727	0.917	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1977	0.000	0.114	0.913	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1978	0.000	0.456	0.706	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1979	0.000	0.456	0.851	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1980	0.000	0.837	0.909	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1981	0.053	0.898	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1982	0.000	0.625	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1983	0.000	0.130	0.940	0.968	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1984	0.000	0.167	0.706	0.961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1985	0.000	0.052	0.875	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1986	0.000	0.500	0.918	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1987	0.000	0.286	0.813	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1988	0.000	0.429	0.857	0.962	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1989	0.000	0.456	0.851	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1990	0.000	0.667	0.818	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1991	0.000	0.429	0.844	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1992	0.000	0.300	0.583	0.818	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1993	0.000	0.438	0.938	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1994	0.000	0.652	0.929	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1995	0.000	0.714	0.905	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1996	0.000	0.395	0.862	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1997	0.000	0.546	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1998	0.000	0.667	0.911	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1999	0.185	0.587	0.944	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2000	0.000	0.774	0.976	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2001	0.000	0.643	1.000	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2002	0.000	0.961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2003	0.000	0.524	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tableau 5. Abondance totale à l'âge (nombre en 000's) des harengs reproducteurs de printemps calculée à partir des relevés acoustiques réalisés dans la division 4R de l'OPANO depuis 1991.

Table 5. Total abundance at age (number in 000's) for the spring spawning herring calculated from the acoustic survey realized in NAFO Division 4R since 1991.

ANNÉE/ *YEAR*	GROUPE D'ÂGE/ *AGE GROUP*										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+	2+
1991.9	5252	14241	78462	216	13484	43972	26318	48683	8773	44080	283480
1993.9	15591	36865	32008	26686	41341	1567	6965	6965	5398	12879	186265
1995.8	1000	4627	5587	32838	12184	6786	18560	5301	12356	14334	113573
1997.8	128	18951	2380	4341	17636	29299	12529	343	27038	5618	118262
1999.8	4597	44622	24176	29285	725	0	988	8243	1786	8323	122745
2002.8	1217	8112	909	16287	33965	23812	19822	238	4709	1190	110259

Tableau 6. Taux de capture à l'âge (unité arbitraire) calculés à partir des livres de bord des pêcheurs repères et de l'industrie de la baie St-Georges et de la baie de Port au Port depuis 1985.

Table 6. Catch rates at age (arbitrary unit) calculated from the gillnet index-fishermen and industry logbooks of St. Georges's Bay and Port au Port's Bay since 1985.

ANNÉE / *YEAR*	GROUPE D'ÂGE / *AGE GROUP*									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11+	3+
1985.4	7.00	33.63	3116.34	1029.60	156.23	277.82	173.42	237.46	1016.23	6047.73
1986.4	0.00	156.28	67.25	3132.39	1125.44	129.26	114.98	82.12	591.16	5398.89
1987.4	0.00	21.49	1892.28	583.22	3947.43	357.18	35.41	1.48	180.48	7018.96
1988.4	0.00	2.56	83.67	1452.22	449.51	1730.04	306.91	47.23	110.70	4182.84
1989.4	2.93	48.36	62.83	415.65	1779.78	273.39	675.01	89.54	64.66	3412.15
1990.4	9.08	31.89	51.61	78.48	277.71	1239.28	317.67	604.85	45.42	2656.00
1991.4	0.00	21.71	45.60	56.39	310.37	670.00	1082.23	211.47	979.59	3377.36
1992.4	3.71	86.14	685.40	131.59	146.94	352.13	442.71	705.78	424.69	2979.09
1993.4	0.00	9.29	84.75	485.79	149.53	344.87	324.17	358.56	507.89	2264.84
1994.4	0.00	20.73	47.55	161.52	535.59	107.51	207.65	261.23	313.11	1654.88
1995.4	0.00	8.10	123.67	217.21	83.98	509.13	60.34	137.70	433.92	1574.05
1996.4	0.00	3.46	36.12	544.40	337.61	103.74	462.42	35.56	179.51	1702.82
1997.4	0.00	1.01	15.84	153.85	1075.16	427.85	152.87	357.13	246.14	2429.84
1998.4	0.00	16.14	17.28	47.77	81.89	384.41	65.78	42.01	283.85	939.12
1999.4	0.52	44.31	206.92	28.79	58.02	224.56	544.36	162.61	236.91	1507.00
2000.4	0.00	96.79	444.45	872.08	48.52	75.33	170.66	446.40	284.03	2438.26
2001.4	0.00	36.01	309.80	589.80	1298.19	58.98	81.64	243.99	483.02	3101.43
2002.4	9.47	1.72	455.12	1449.74	1080.74	700.97	41.77	84.39	481.81	4305.74
2003.4	0.00	72.40	51.76	694.78	1319.69	481.07	316.27	20.96	218.47	3175.39

Tableau 7. Propriétés statistiques* des estimations d'abondance (en nombre 000's) pour le début de l'année 2004 et des coefficients de capturabilité des taux de capture et du relevé acoustique pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO.

Table 7. Statistical properties of the population estimates for the beginning of 2004 (number in 000's) and of the catch rates and survey coefficients of catchability for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

Age	Estimations / *Estimates*	Erreur-Type / *Standard Error*	Coefficient *variation*	Biais / *Bias*	Biais Relatif / *Relative Bias*	Biais Corrigé / *Corrected Bias*
Abondance de la Population en 2004 / *Population Abundance in 2004*						
4	16800	25700	1.533	8540	0.508	8260
5	69800	45800	0.655	12800	0.183	57000
6	2610	2020	0.775	498	0.191	2112
7	38000	17800	0.469	3280	0.086	34720
8	29600	14500	0.489	2010	0.068	27590
9	11700	5010	0.428	635	0.054	11065
10	11900	5190	0.436	1120	0.094	10780
11+	2700	845	0.313	122	0.045	2578
Coefficients de capturabilité des Taux de Captures / *Catch Rates coefficients of catchability*						
3	0.000	0.000	0.352	0.000	0.059	0.000
4	0.000	0.000	0.205	0.000	0.019	0.000
5	0.004	0.001	0.195	0.000	0.012	0.004
6	0.013	0.003	0.190	0.000	0.015	0.013
7	0.024	0.005	0.195	0.000	0.018	0.024
8	0.036	0.007	0.192	0.001	0.018	0.035
9	0.039	0.008	0.198	0.001	0.016	0.039
10	0.042	0.008	0.201	0.001	0.013	0.041
11+	0.047	0.009	0.196	0.000	0.009	0.046
Coefficients de capturabilité des relevés / *Surveys coefficients of catchability*						
2	0.054	0.021	0.388	0.003	0.051	0.051
3	0.306	0.115	0.374	0.015	0.048	0.291
4	0.500	0.176	0.352	0.022	0.044	0.478
5	0.395	0.135	0.342	0.017	0.043	0.378
6	0.812	0.282	0.347	0.047	0.058	0.765
7	1.150	0.485	0.420	0.111	0.096	1.039
8	1.150	0.404	0.352	0.060	0.053	1.090
9	0.765	0.263	0.343	0.030	0.040	0.735
10	3.190	1.130	0.356	0.137	0.043	3.053
11+	2.090	0.739	0.353	0.128	0.061	1.962

* Provenant d'une analyse bootstrap avec n=1000 itérations / *Obtained from a bootstrap analysis with n=1000 replications*

Tableau 8. Matrice des corrélations entre les paramètres estimés par l'ASP en 2003 pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO.

Table 8. Correlation matrix of the estimated parameters by the SPA in 2003 for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.

PARAMÈTRES / *PARAMETERS*	ÂGE / *AGE*	NOMBRE / *NUMBER ('000S)*								INDICE DES FILETS MAILLANTS / *GILLNET INDEX*								
		4	5	6	7	8	9	10	11	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N 1	4	1.000																
N 2	5	0.005	1.000															
N 3	6	0.000	0.025	1.000														
N 4	7	0.003	0.024	0.040	1.000													
N 5	8	0.016	0.005	0.034	0.042	1.000												
N 6	9	0.002	0.021	0.000	0.052	0.045	1.000											
N 7	10	0.012	0.043	0.030	0.059	0.055	0.049	1.000										
N 8	11+	0.054	0.046	0.050	0.085	0.102	0.102	0.108	1.000									
q PR 9	3	-0.003	-0.248	-0.013	-0.012	-0.152	-0.012	-0.019	-0.033	1.000								
q PR 10	4	-0.020	-0.101	-0.143	-0.124	-0.111	-0.099	-0.100	-0.136	0.054	1.000							
q PR 11	5	-0.022	-0.022	-0.172	-0.131	-0.109	-0.105	-0.093	-0.143	0.021	0.021	1.000						
q PR 12	6	-0.023	-0.021	-0.022	-0.141	-0.118	-0.108	-0.098	-0.150	0.022	0.055	0.057	1.000					
q PR 13	7	-0.015	-0.021	-0.020	-0.026	-0.133	-0.110	-0.104	-0.155	0.024	0.047	0.048	0.060	1.000				
q PR 14	8	-0.016	-0.013	-0.019	0.025	-0.024	-0.130	-0.115	-0.174	0.008	0.040	0.042	0.043	0.047	1.000			
q PR 15	9	-0.011	-0.013	-0.015	-0.022	-0.023	-0.024	-0.120	-0.158	0.008	0.035	0.037	0.038	0.041	0.045	1.000		
q PR 16	10	-0.015	-0.011	-0.016	-0.021	-0.022	-0.025	-0.026	-0.244	0.008	0.033	0.035	0.036	0.039	0.042	0.048	1.000	
q PR 17	11+	-0.015	-0.011	-0.016	-0.021	-0.022	-0.025	-0.026	-0.244	0.008	0.033	0.035	0.036	0.039	0.042	0.048	0.000	1.000
q RV 18	2	-0.420	-0.012	-0.021	-0.198	-0.023	-0.148	-0.029	-0.128	0.007	0.040	0.041	0.054	0.039	0.038	0.027	0.031	0.031
q RV 19	3	-0.007	-0.297	-0.017	-0.022	-0.101	-0.021	-0.119	-0.001	0.063	0.069	0.057	0.078	0.041	0.027	0.030	0.022	0.022
q RV 20	4	-0.015	-0.013	-0.235	-0.025	-0.022	-0.146	-0.025	-0.127	0.007	0.058	0.065	0.035	0.039	0.039	0.026	0.031	0.031
q RV 21	5	-0.022	-0.015	-0.016	-0.209	-0.021	-0.025	-0.150	-0.102	0.007	0.045	0.047	0.060	0.029	0.031	0.034	0.025	0.025
q RV 22	6	-0.009	-0.021	-0.015	-0.030	-0.195	-0.021	-0.024	-0.145	0.032	0.058	0.038	0.041	0.049	0.027	0.030	0.035	0.035
q RV 23	7	-0.014	-0.008	-0.014	-0.035	-0.032	-0.200	-0.033	-0.165	0.003	0.024	0.020	0.026	0.028	0.032	0.012	0.013	0.013
q RV 24	8	-0.008	-0.011	-0.010	-0.016	-0.035	-0.031	-0.190	-0.094	0.000	0.025	0.020	0.026	0.030	0.033	0.030	0.022	0.022
q RV 25	9	-0.010	-0.008	-0.012	-0.010	-0.017	-0.019	-0.020	-0.183	0.000	0.025	0.020	0.027	0.029	0.032	0.030	0.045	0.045
q RV 26	10	-0.010	-0.008	-0.012	-0.015	-0.016	-0.018	-0.019	-0.170	0.000	0.024	0.020	0.025	0.029	0.031	0.035	0.044	0.044
q RV 27	11+	-0.010	-0.008	-0.012	-0.015	-0.016	-0.018	-0.019	-0.170	0.000	0.024	0.020	0.025	0.028	0.031	0.035	0.044	0.044

PARAMÈTRES / *PARAMETERS*	ÂGE / *AGE*	INDICE DU RELEVÉ / *SURVEY INDEX*									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N 1	4										
N 2	5										
N 3	6										
N 4	7										
N 5	8										
N 6	9										
N 7	10										
N 8	11+										
q PR 9	3										
q PR 10	4										
q PR 11	5										
q PR 12	6										
q PR 13	7										
q PR 14	8										
q PR 15	9										
q PR 16	10										
q PR 17	11+										
q RV 18	2	1.000									
q RV 19	3	0.010	1.000								
q RV 20	4	0.030	0.010	1.000							
q RV 21	5	0.051	0.025	0.017	1.000						
q RV 22	6	0.021	0.041	0.020	0.017	1.000					
q RV 23	7	0.034	0.067	0.033	0.030	0.000	1.000				
q RV 24	8	0.014	0.028	0.013	0.031	0.014	0.000	1.000			
q RV 25	9	0.024	0.015	0.023	0.010	0.027	0.010	0.005	1.000		
q RV 26	10	0.023	0.015	0.023	0.018	0.026	0.010	0.016	0.033	1.000	
q RV 27	11+	0.023	0.016	0.023	0.018	0.026	0.010	0.016	0.033	0.032	1.000

Tableau 9. Abondance de la population (nombre en 000's) calculée selon une Analyse Séquentielle de Populations* pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO.

Table 9. Population abundance (number in 000's) calculated from a Sequential Population Analysis for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

ANNÉE / *YEAR*	GROUPE D'ÂGE / *AGE GROUP*										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+	2+
1965	123252	52975	101966	28731	19232	7252	4503	1696	1080	1802	**342489**
1966	55245	100342	43306	83471	22897	14301	4774	3101	975	1628	**330040**
1967	78404	45127	81897	35207	67871	17104	7961	2040	1067	1218	**337896**
1968	157488	64192	36931	66637	28699	55281	10942	4057	548	467	**425242**
1969	74526	128864	52408	29964	54062	23314	44746	7949	1495	148	**417476**
1970	802298	60686	103943	40401	23606	43811	18849	36000	5374	203	**1135171**
1971	335921	655902	49170	84833	32685	19162	35801	15328	28964	3062	**1260828**
1972	61137	275028	534725	39984	68696	26110	15101	29005	12233	23816	**1085835**
1973	16137	49798	224976	430400	31555	54924	20254	11358	22504	26766	**888672**
1974	34684	11560	40378	183234	327235	23517	42061	13672	6964	30910	**714215**
1975	25189	28269	9229	32942	149684	259390	18967	33668	10495	28604	**596437**
1976	142657	20571	22246	7177	26880	121591	204759	15243	27262	31191	**619577**
1977	31724	116360	16228	17450	5694	21691	97020	153601	11795	41796	**513359**
1978	15566	25964	94785	12798	13917	4388	17445	75497	111371	36944	**408675**
1979	19661	12744	21215	75810	10291	10782	3375	12335	54413	103122	**323748**
1980	19325	15946	10412	17176	52314	7869	7858	2271	7606	109667	**250444**
1981	79839	15551	12285	8429	13742	30371	6075	5224	1636	76217	**249369**
1982	374155	65330	12356	8155	6784	10932	16903	4804	3813	51621	**554853**
1983	84252	305795	51345	9491	4476	5175	7013	8031	3299	32974	**511851**
1984	450432	68949	247686	38824	6751	2684	3972	5099	3897	21814	**850108**
1985	97912	368604	56059	195771	28352	4991	1467	3064	3569	16569	**776358**
1986	74183	79836	297645	45187	140776	19616	3685	859	2278	14555	**678620**
1987	56008	60444	63245	231270	33975	89368	11353	2598	553	12050	**560864**
1988	27736	45445	49191	49270	175583	24655	61502	7732	1963	9558	**452635**
1989	145072	22074	36720	39911	38118	130170	16874	38111	4064	7200	**478314**
1990	44288	118499	17555	29375	32260	28470	89726	11050	21409	7279	**399911**
1991	61033	36157	95090	13768	23684	25512	18800	58796	5665	15753	**354258**
1992	110651	49449	27588	68974	10113	18698	18168	9163	29033	9537	**351374**
1993	37043	90512	39363	21047	48777	7380	14408	12370	5553	17461	**293914**
1994	15016	30257	72668	28800	14162	33824	4685	9903	7675	8497	**225487**
1995	8727	12282	24472	57151	20710	8216	24597	2364	6677	9913	**175109**
1996	116520	7134	9832	18936	41607	11742	4794	13742	1769	6742	**232818**
1997	84289	94182	5617	7008	11856	27125	5841	3428	8293	5156	**252795**
1998	158409	68978	76201	4481	5504	8532	16278	3270	2285	7295	**351233**
1999	130428	129622	55698	55323	3314	3984	5060	6469	1651	4118	**395667**
2000	8533	106648	104486	42443	41161	2531	3121	3468	3920	3535	**319846**
2001	122135	6986	84512	79066	32758	30119	1975	2332	2152	4638	**366673**
2002	13698	99825	5554	65918	58925	23174	21240	1485	1605	3393	**294817**
2003**	71764	11215	75823	4082	47979	40342	15665	14215	1055	2941	**285081**
2004**	71764	58755	8264	57047	2113	34696	27603	11091	10798	2576	**284707**

* Ajustée pour le biais par une analyse bootstrap / *Bias adjusted by a bootstrap analysis*

** Recrutement moyen attribué à l'âge 2 des classes d'âge de 2001 et 2002 / *Mean recruitment attributed to age 2 of year-classes 2001 and 2002*

Tableau 10. Biomasse (t) de la population calculée selon une Analyse Séquentielle de Populations* pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO.

Table 10. Population biomass (t) calculated from a Sequential Population Analysis for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

ANNÉE / *YEAR*	GROUPE D'ÂGE / *AGE GROUP*										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+	2+
1965	15736	8804	27170	8960	6284	2525	1626	656	459	766	**72986**
1966	7053	16677	11539	26032	7482	4980	1724	1199	414	692	**77792**
1967	10010	7500	21822	10980	22178	5956	2874	789	453	518	**83080**
1968	20106	10669	9011	19489	8825	18431	3719	1454	210	182	**92097**
1969	11046	24503	12438	7945	15500	7334	14442	2840	553	58	**96659**
1970	84990	9983	26453	11135	6893	15690	7293	13981	2040	79	**178536**
1971	41160	94333	10084	21381	8434	5490	10418	4827	9816	1194	**207137**
1972	8506	48499	109814	9897	20231	8434	4772	10366	4878	9289	**234686**
1973	1911	9501	46302	102379	8290	17054	7022	3890	7852	10440	**214642**
1974	5117	1952	9013	44079	91822	7521	14126	4876	2607	12117	**193229**
1975	3350	5083	1980	7880	40664	81749	6473	11769	3795	11185	**173928**
1976	19722	4308	5088	1811	7252	34049	62583	5185	8926	10762	**159688**
1977	4498	23931	3723	5121	1673	7170	31888	54637	4417	16462	**153520**
1978	2207	5865	23110	3929	4631	1553	6259	28357	44025	15819	**135756**
1979	2857	2899	5376	22393	3461	3937	1232	4974	21527	44781	**113436**
1980	3556	3651	3032	5741	19989	3237	3494	1052	3481	55478	**102712**
1981	12536	3492	3352	3017	5108	12472	2700	2311	741	36380	**82110**
1982	48655	12918	3498	2683	2715	4531	7052	2252	1764	24883	**110952**
1983	12427	57330	14380	3116	1648	2065	3037	3508	1524	16011	**115045**
1984	53160	13128	62442	12035	2384	1075	1755	2230	1736	10582	**160526**
1985	10511	68822	14625	58680	9801	1902	595	1442	1596	7817	**175791**
1986	10498	13808	71685	12804	46128	6882	1596	383	1043	6619	**171445**
1987	7692	13015	16008	69541	12175	34711	4410	1234	265	6340	**165390**
1988	4004	9318	13166	14195	58562	9194	24333	3108	1029	4756	**141665**
1989	19852	4724	9239	12148	12949	50000	6856	16398	1831	3684	**137680**
1990	5417	21693	4713	9010	11189	9990	35495	4525	9822	3342	**115194**
1991	9919	6917	23815	4029	8525	9409	8009	25514	2355	7616	**106108**
1992	11377	7661	6378	18769	3142	6897	7156	3897	12511	4386	**82174**
1993	4264	15670	8387	5383	14604	2314	5636	5329	2432	8344	**72364**
1994	1668	4520	15350	6827	4231	13066	1801	4306	3311	4284	**59363**
1995	969	2062	4453	13786	6067	2724	9417	1002	3065	4886	**48431**
1996	12469	1016	2205	4834	12488	4052	1743	5668	739	3374	**48588**
1997	9027	17463	1183	1653	3358	8381	2011	1185	3167	2094	**49524**
1998	15925	9713	13206	919	1450	2194	5252	1281	957	3153	**54050**
1999	12255	19411	10660	12400	946	1238	1769	2494	764	1886	**63821**
2000	862	20903	22360	10653	11525	815	1022	1155	1509	1601	**72406**
2001	12336	1509	20029	19687	9205	9247	668	951	874	2022	**76528**
2002	1383	19566	1672	18193	18208	8018	7179	554	692	1625	**77090**
2003**	7105	1862	16302	1086	14394	12909	5279	5089	430	1262	**65717**
2004**	7105	9753	1777	15175	634	11103	9302	3971	4406	1105	**64329**

* Ajustée pour le biais par une analyse bootstrap / *Bias adjusted by a bootstrap analysis*

** Recrutement moyen attribué à l'âge 2 des classes d'âge de 2001 et 2002 / *Mean recruitment attributed to age 2 of year-classes 2001 and 2002*

Tableau 11. Biomasse (t) reproductrice de la population calculée selon une Analyse Séquentielle de Populations* pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO.

Table 11. Population spawning biomass (t) calculated from a Sequential Population Analysis for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

ANNÉE / *YEAR*	GROUPE D'ÂGE / *AGE GROUP*										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+	2+
1965	0	1532	20767	8743	6284	2525	1626	656	459	766	43358
1966	0	2901	8820	25400	7482	4980	1724	1199	414	692	53612
1967	0	1305	21822	10980	22178	5956	2874	789	453	518	66875
1968	0	1856	6888	19016	8825	18431	3719	1454	210	182	60581
1969	0	4263	8884	7945	15500	7334	14442	2840	553	58	61818
1970	0	4991	20576	10417	6893	15690	7293	13981	2040	79	81959
1971	0	16411	7707	20862	8434	5490	10418	4827	9816	1194	85159
1972	0	771	88697	9897	20231	8434	4772	10366	4878	9289	157336
1973	0	1358	30870	102379	8290	17054	7022	3890	7852	10440	189156
1974	0	279	8111	41324	91822	7521	14126	4876	2607	12117	182783
1975	0	1779	1131	7880	40664	81749	6473	11769	3795	11185	166426
1976	0	1197	3701	1660	7252	34049	62583	5185	8926	10762	135315
1977	0	2735	3399	5121	1673	7170	31888	54637	4417	16462	127503
1978	0	2557	16313	3929	4631	1553	6259	28357	44025	15819	123444
1979	0	1264	4790	22087	3461	3937	1232	4974	21527	44781	108052
1980	0	3057	2756	5741	19989	3237	3494	1052	3481	55478	98286
1981	669	3137	3352	3017	5108	12472	2700	2311	741	36380	69888
1982	0	8074	3498	2683	2715	4531	7052	2252	1764	24883	57453
1983	0	7447	13521	3015	1648	2065	3037	3508	1524	16011	51776
1984	0	2188	44078	11566	2384	1075	1755	2230	1736	10582	77593
1985	0	3572	12797	58457	9801	1902	595	1442	1596	7817	97979
1986	0	6904	65835	12804	46128	6882	1596	383	1043	6619	148194
1987	0	3719	13006	68894	12175	34711	4410	1234	265	6340	144753
1988	0	3993	11285	13649	58562	9194	24333	3108	1029	4756	129907
1989	0	2059	8231	11982	12949	50000	6856	16398	1831	3684	113990
1990	0	14462	3857	9010	11189	9990	35495	4525	9822	3342	101690
1991	0	2965	20095	4029	8525	9409	8009	25514	2355	7616	88516
1992	0	2298	3720	15357	3142	6897	7156	3897	12511	4386	59365
1993	0	6856	7863	5383	14604	2314	5636	5329	2432	8344	58761
1994	0	2948	14254	6767	4231	13066	1801	4306	3311	4284	54967
1995	0	1473	4029	13786	6067	2724	9417	1002	3065	4886	46449
1996	0	542	1844	4834	12488	4052	1743	5668	739	3374	35283
1997	0	9526	1183	1653	3358	8381	2011	1185	3167	2094	32559
1998	0	6476	12036	919	1450	2194	5252	1281	957	3153	33718
1999	2270	11394	10059	12280	946	1238	1769	2494	764	1886	45099
2000	0	16179	21823	10653	11525	815	1022	1155	1509	1601	66283
2001	0	971	20029	19510	9205	9247	668	951	874	2022	63477
2002	0	18803	1672	18193	18208	8018	7179	554	692	1625	74944
2003	0	976	16302	1086	14394	12909	5279	5089	430	1262	57727
2004	0	5111	1777	15175	634	11103	9302	3971	4406	1105	52582

* Ajustée pour le biais par une analyse bootstrap / *Bias adjusted by a bootstrap analysis*

Tableau 12. Taux instantanés de mortalité par la pêche calculés selon une Analyse Séquentielle de Populations* pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO ($F_{0.1}$=0.3).

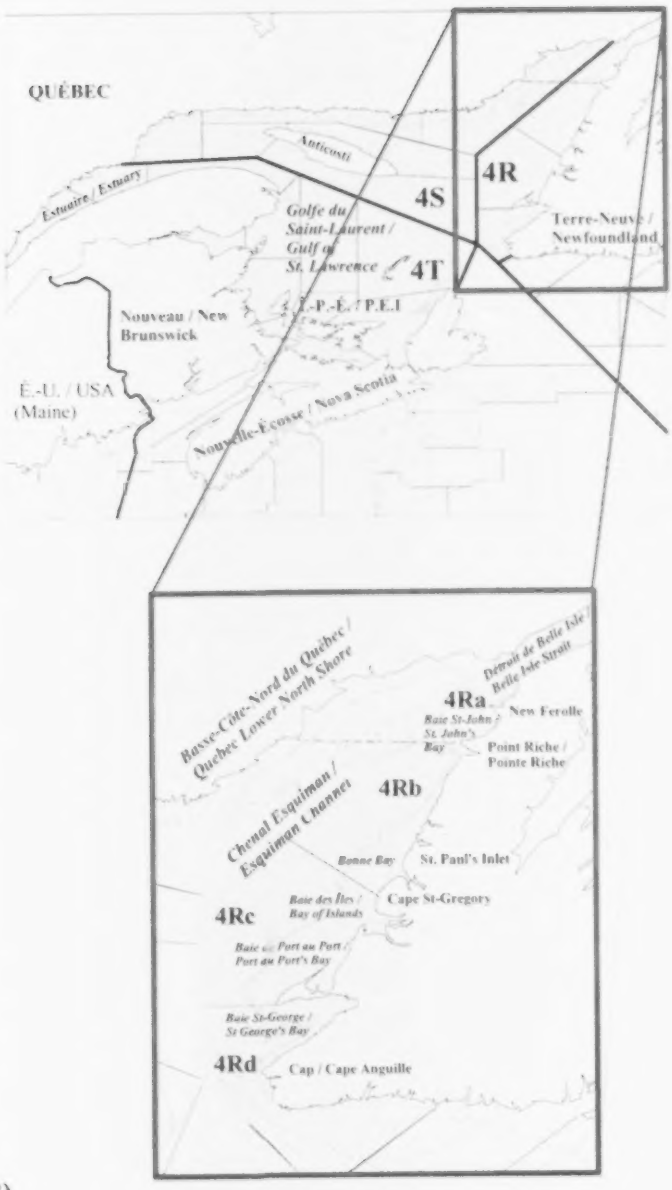
Table 12. Instantaneous rate of fishing mortality calculated from a Sequential Population Analysis for the spring spawning herring of NAFO Division 4R* ($F_{0.1}$=0.3).

ANNÉE / *YEAR*	GROUPE D'ÂGE / *AGE GROUP*											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+	4+ **	8+**
1965	0.006	0.002	0.000	0.027	0.096	0.218	0.173	0.354	0.371	0.371	0.201	0.040
1966	0.002	0.003	0.007	0.007	0.092	0.386	0.650	0.867	0.559	0.559	0.391	0.090
1967	0.000	0.000	0.006	0.004	0.005	0.247	0.474	1.114	1.387	1.387	0.578	0.067
1968	0.001	0.003	0.009	0.009	0.008	0.011	0.120	0.798	1.729	1.729	0.552	0.040
1969	0.005	0.015	0.060	0.038	0.010	0.013	0.017	0.191	1.891	1.891	0.514	0.049
1970	0.001	0.010	0.003	0.012	0.009	0.002	0.007	0.017	0.400	0.400	0.106	0.015
1971	0.000	0.004	0.007	0.011	0.025	0.038	0.011	0.026	0.096	0.096	0.039	0.025
1972	0.005	0.001	0.017	0.037	0.024	0.054	0.085	0.054	0.098	0.098	0.058	0.027
1973	0.134	0.010	0.005	0.074	0.094	0.067	0.193	0.289	0.266	0.266	0.157	0.073
1974	0.004	0.025	0.004	0.002	0.032	0.015	0.023	0.064	0.081	0.081	0.038	0.024
1975	0.002	0.040	0.051	0.003	0.008	0.036	0.019	0.011	0.026	0.026	0.023	0.024
1976	0.004	0.037	0.043	0.031	0.014	0.026	0.087	0.056	0.135	0.135	0.066	0.069
1977	0.000	0.005	0.037	0.026	0.061	0.018	0.051	0.121	0.172	0.172	0.082	0.095
1978	0.000	0.002	0.023	0.018	0.055	0.062	0.147	0.127	0.163	0.163	0.095	0.108
1979	0.009	0.002	0.011	0.171	0.068	0.116	0.196	0.283	0.162	0.162	0.146	0.154
1980	0.017	0.061	0.011	0.023	0.344	0.059	0.208	0.128	0.231	0.231	0.154	0.223
1981	0.001	0.030	0.210	0.017	0.029	0.386	0.035	0.115	0.211	0.211	0.152	0.208
1982	0.002	0.041	0.064	0.400	0.071	0.244	0.544	0.176	0.319	0.319	0.267	0.303
1983	0.009	0.011	0.080	0.141	0.311	0.064	0.119	0.523	0.309	0.309	0.232	0.192
1984	0.000	0.007	0.035	0.114	0.102	0.404	0.060	0.157	0.239	0.239	0.169	0.067
1985	0.004	0.014	0.016	0.130	0.168	0.103	0.335	0.096	0.125	0.125	0.137	0.113
1986	0.005	0.033	0.052	0.085	0.254	0.347	0.150	0.240	0.134	0.134	0.175	0.124
1987	0.009	0.006	0.050	0.075	0.121	0.174	0.184	0.080	0.077	0.077	0.105	0.098
1988	0.028	0.013	0.009	0.057	0.099	0.179	0.279	0.443	0.270	0.270	0.201	0.128
1989	0.002	0.029	0.023	0.013	0.092	0.172	0.223	0.377	0.237	0.237	0.172	0.154
1990	0.003	0.020	0.043	0.015	0.035	0.215	0.223	0.468	0.399	0.399	0.225	0.190
1991	0.010	0.070	0.121	0.108	0.036	0.140	0.519	0.506	0.609	0.609	0.331	0.272
1992	0.001	0.028	0.071	0.146	0.115	0.061	0.184	0.301	0.592	0.592	0.258	0.226
1993	0.002	0.020	0.112	0.196	0.166	0.254	0.175	0.277	0.796	0.796	0.347	0.257
1994	0.001	0.012	0.040	0.130	0.344	0.119	0.484	0.194	0.289	0.289	0.236	0.135
1995	0.001	0.022	0.056	0.117	0.367	0.339	0.382	0.090	0.700	0.700	0.344	0.257
1996	0.012	0.038	0.137	0.268	0.228	0.498	0.135	0.305	0.301	0.301	0.272	0.267
1997	0.000	0.011	0.025	0.041	0.129	0.310	0.380	0.206	0.411	0.411	0.239	0.253
1998	0.001	0.013	0.115	0.099	0.121	0.321	0.721	0.482	0.643	0.643	0.393	0.259
1999	0.001	0.014	0.068	0.090	0.067	0.043	0.177	0.299	0.288	0.288	0.165	0.101
2000	0.000	0.029	0.072	0.055	0.105	0.046	0.090	0.275	0.272	0.272	0.148	0.086
2001	0.001	0.025	0.043	0.085	0.134	0.136	0.081	0.169	0.484	0.484	0.202	0.095
2002	0.000	0.056	0.088	0.101	0.156	0.168	0.176	0.135	0.315	0.315	0.182	0.142
2003	0.000	0.000	0.059	0.266	0.100	0.141	0.112	0.062	0.220	0.220	0.148	0.097

* Ajustée pour le biais par une analyse bootstrap / *Bias adjusted by a bootstrap analysis*

** Les taux aux âges 4+ et 8+ sont pondérés par les abondances en nombre / *Rates at ages 4+ and 8+ are weighed by population numbers*

(A)



(B)

Figure 1. Cartes de la côte ouest de Terre-Neuve (A) et des zones unitaires de la division 4R de l'OPANO (B) / *Maps of the west coast of Newfoundland (A) and of the unit areas of NAFO Division 4R (B).*

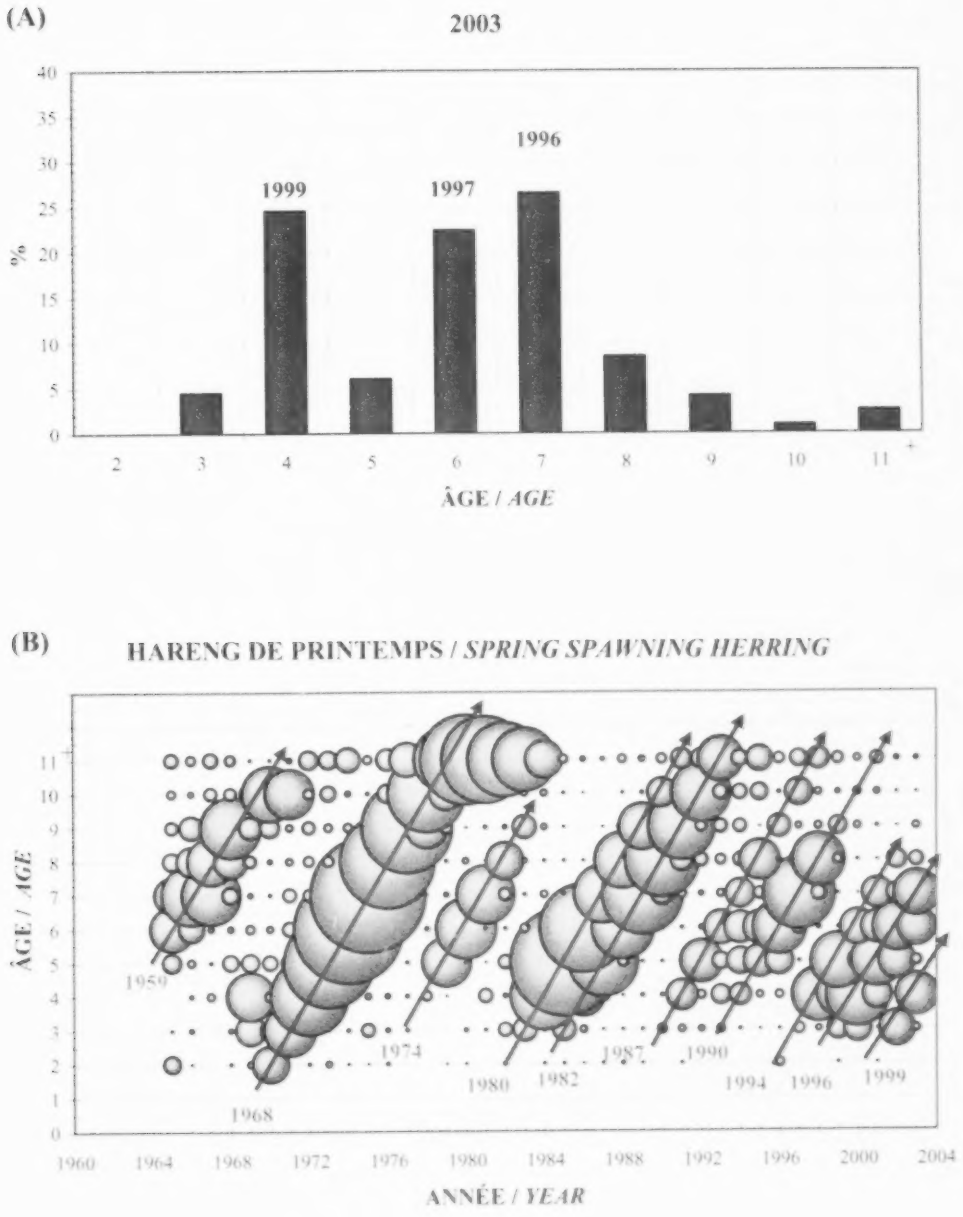


Figure 2. Capture à l'âge (%) commerciale en 2003 (A) et classes d'âge dominantes (B) observées dans la pêche depuis 1965 pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Commercial catch at age (%) in 2003 (A) and dominant year-classes (B) observed in the fishery since 1965 for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

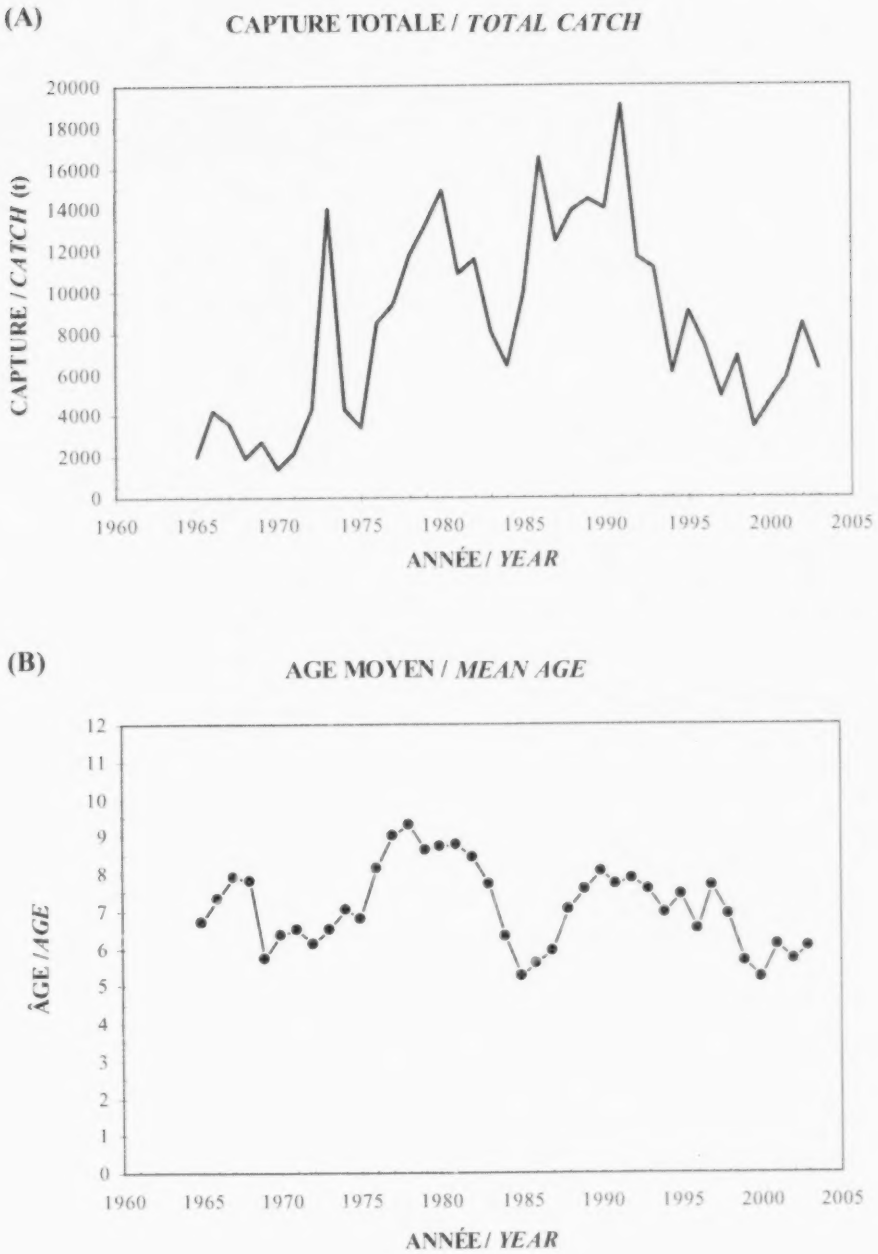


Figure 3. Captures (t) commerciales annuelles (A) et âge moyen dans les captures (B) des harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Annual commercial catches (t) (A) and mean age in the catches (B) of the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

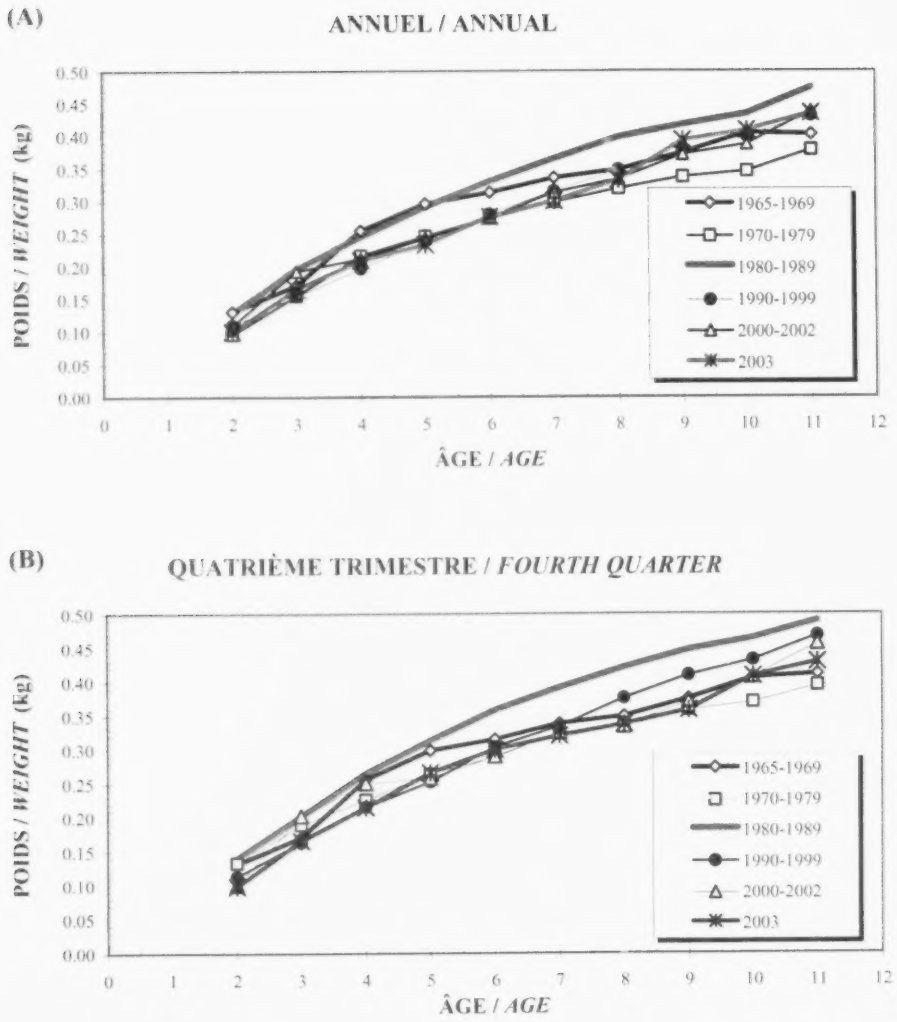


Figure 4. Poids (kg) moyen à l'âge annuel (A), au quatrième trimestre (B) et maturité à l'âge (C) pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Annual mean weight (kg) at age (A), at the fourth quarter (B), and maturity at age (C) for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

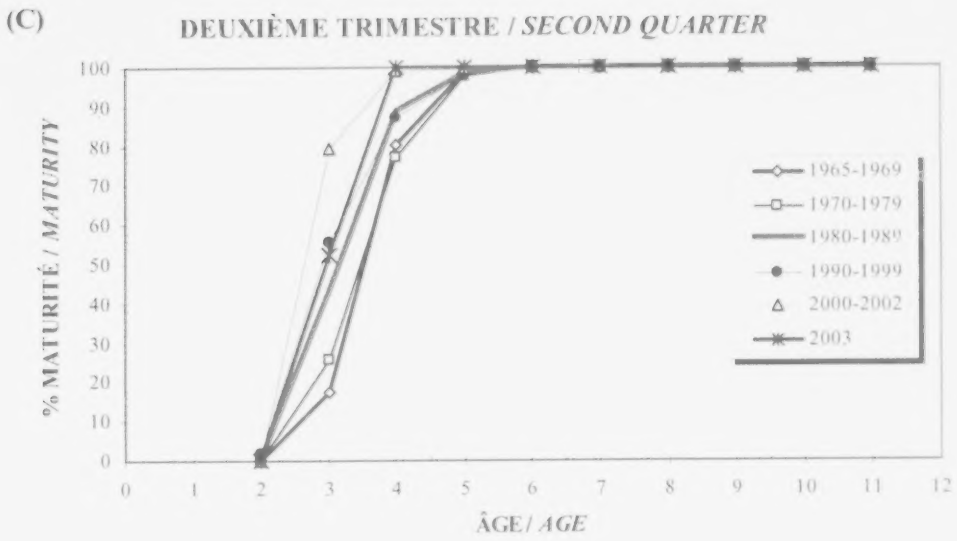


Figure 4. (Suite / *Continued*).

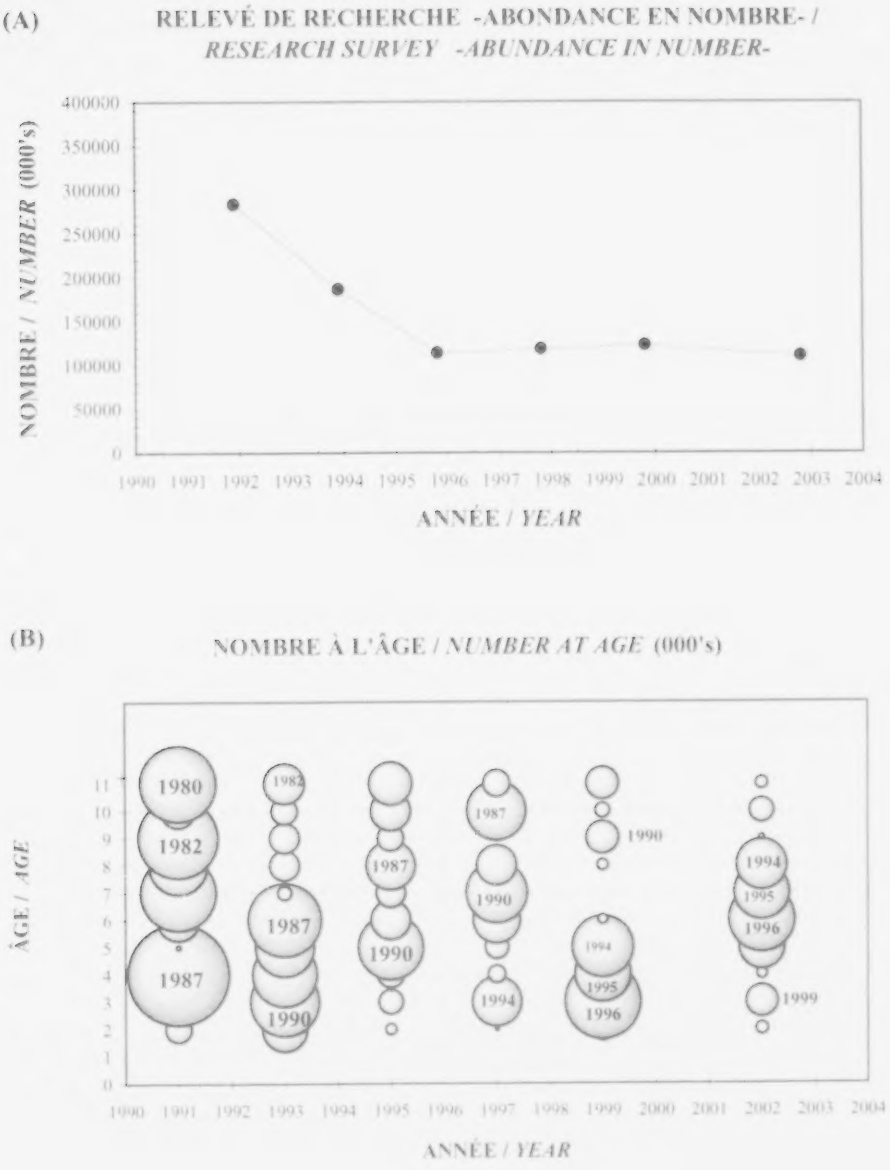


Figure 5. Résultats des relevés acoustiques pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO : (A) Nombre total (000's), (B) Nombre (000's) à l'âge (les classes d'âge dominantes sont présentées), (C) Biomasse (t) totale et erreur-type / *Results of the acoustic surveys for the spring spawning herring of NAFO Division 4R : (A) Total number (000's), (B) Number (000's) at age (dominant year-classes are presented), (C) Total biomass (t) and standard error.*

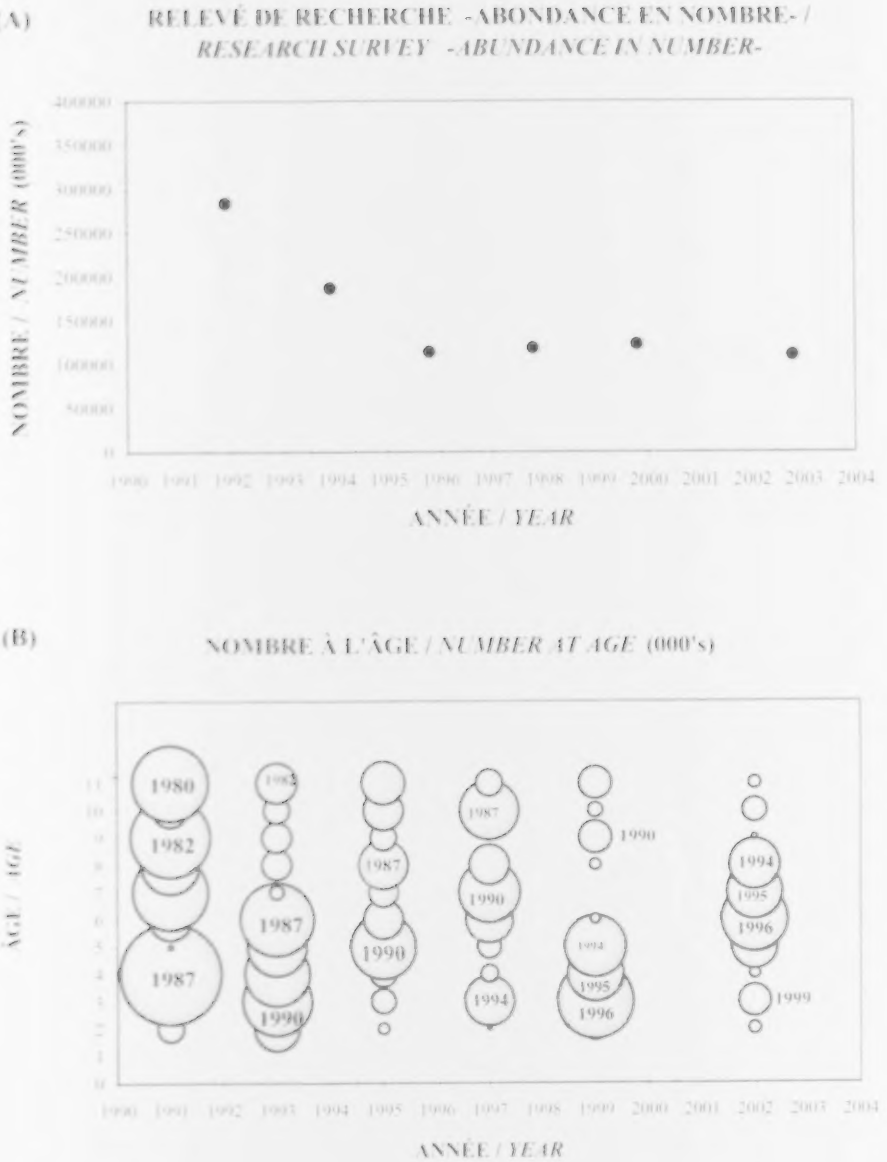


Figure 5. Résultats des relevés acoustiques pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO : (A) Nombre total (000's), (B) Nombre (000's) à l'âge (les classes d'âge dominantes sont présentées), (C) Biomasse (t) totale et erreur-type / *Results of the acoustic surveys for the spring spawning herring of NAFO Division 4R : (A) Total number (000's), (B) Number (000's) at age (dominant year-classes are presented), (C) Total biomass (t) and standard error.*

(C)

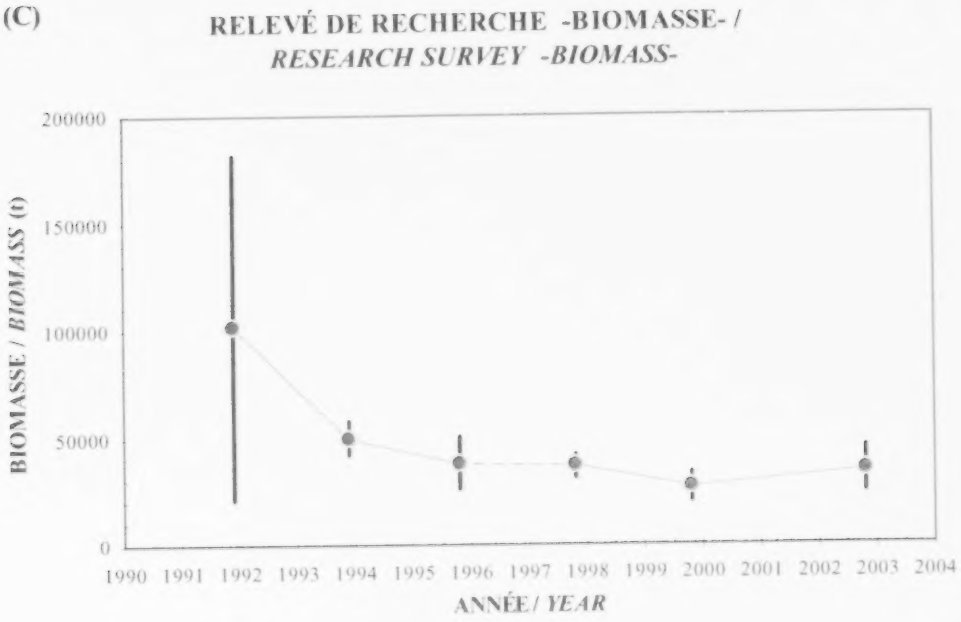


Figure 5. (Suite / *Continued*).

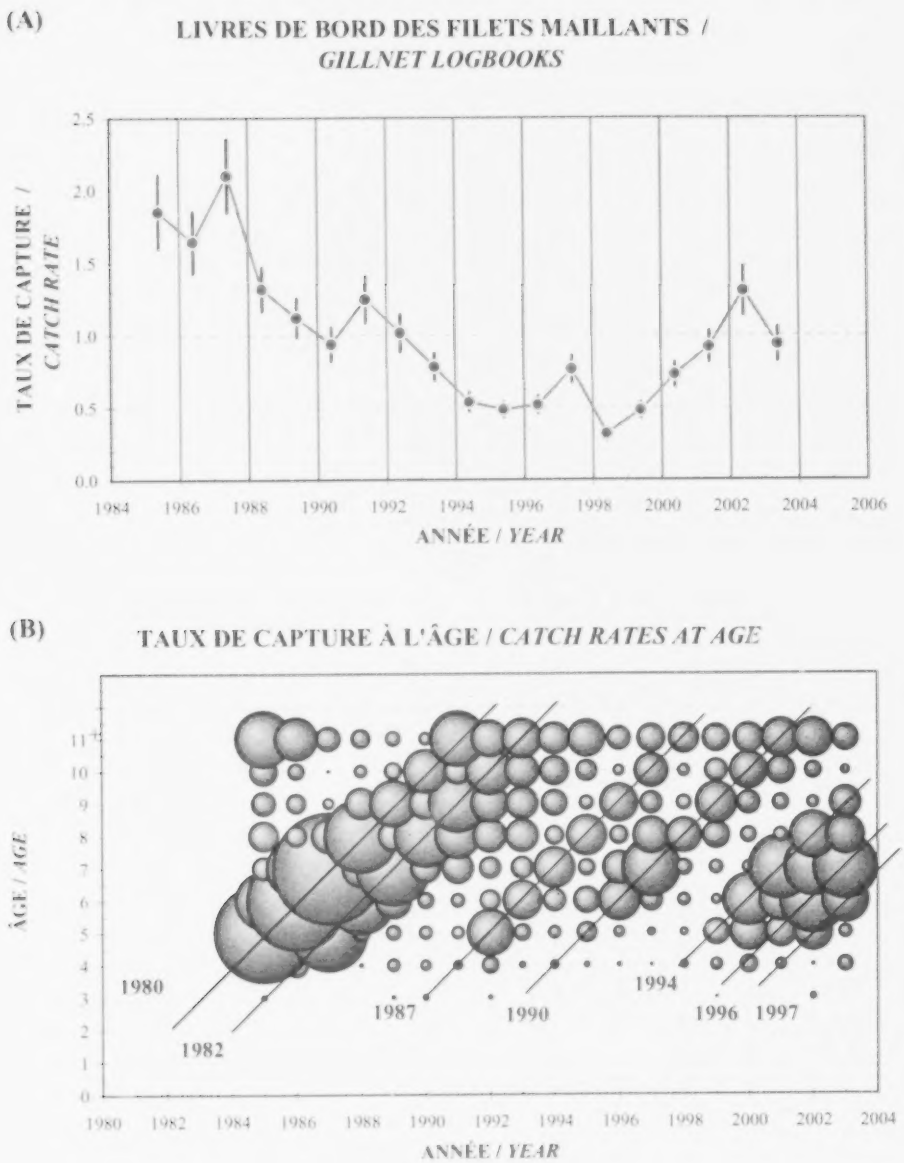


Figure 6. Taux de capture normalisés (unités arbitraires) et erreur-types par année (A) et taux de capture à l'âge (B) pour les harengs reproducteurs de printemps de la baie St-Georges et de la baie de Port au Port (les classes d'âge dominantes sont aussi indiquées) / *Normalized catch rates (arbitrary units) and standard errors by year (A) and catch rates at age (B) for the spring spawning herring of St. George's Bay and Port au Port's Bay (dominant year-classes are also presented).*

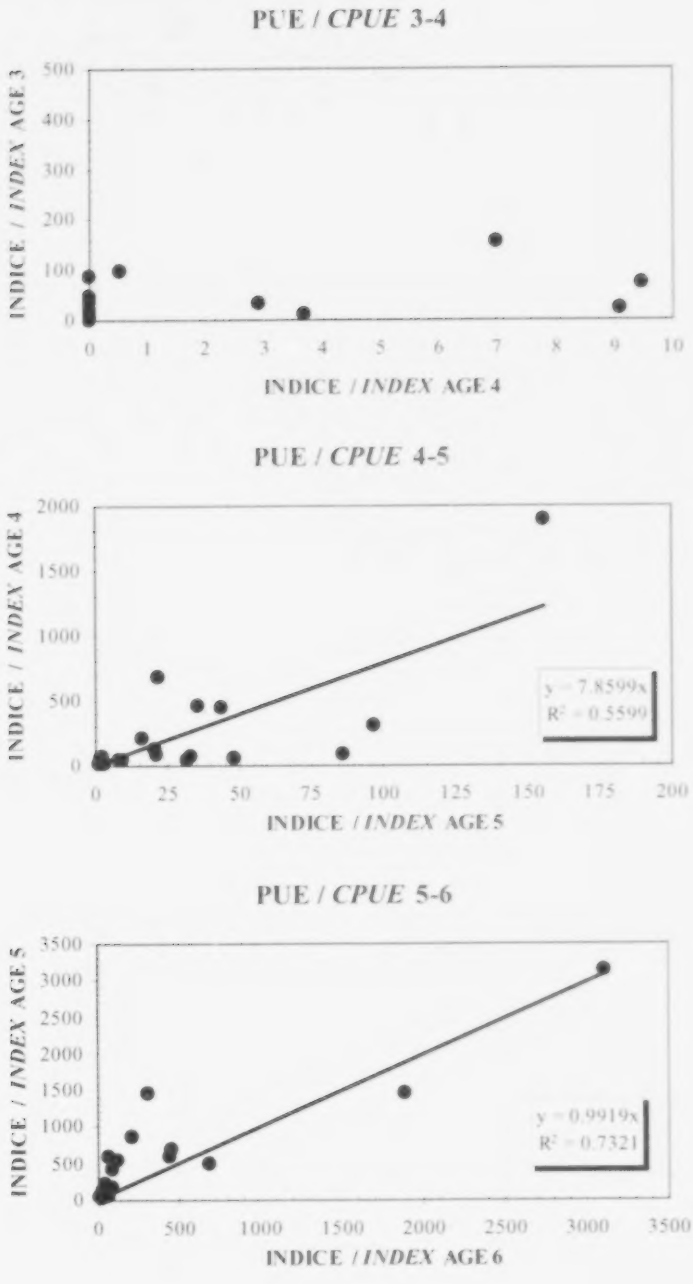


Figure 7. Indice d'abondance des filets maillants : Relations entre les PUE des différents groupes d'âge / *Gillnet index of abundance : Relationships between the CPUE of different age groups.*

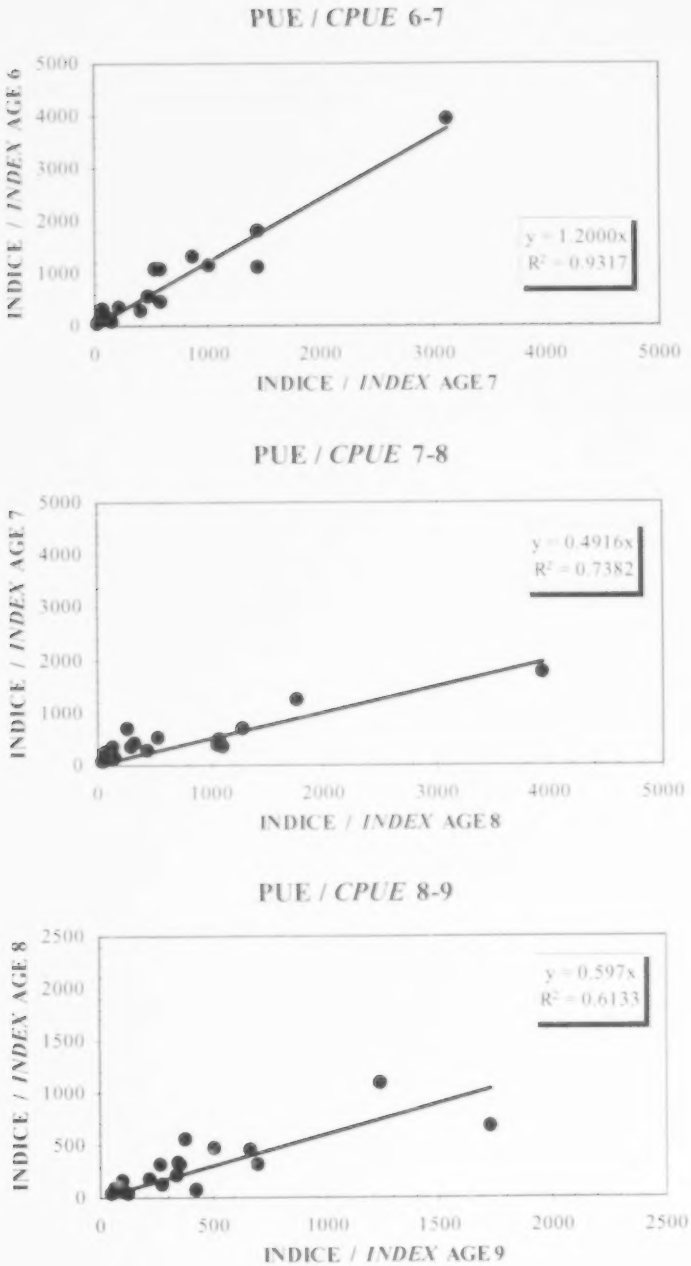
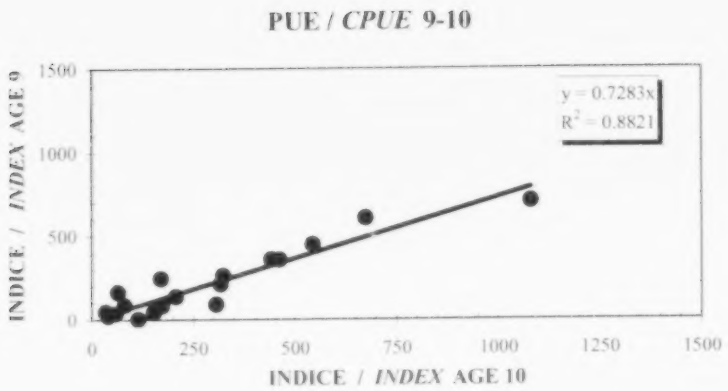


Figure 7. (Suite / *Continued*).



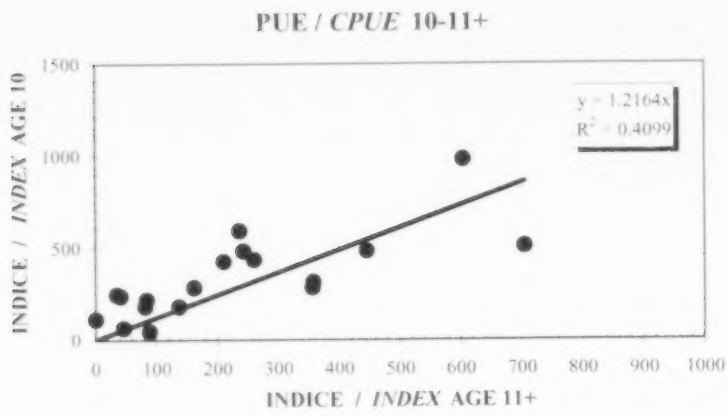


Figure 7. (Suite / *Continued*).

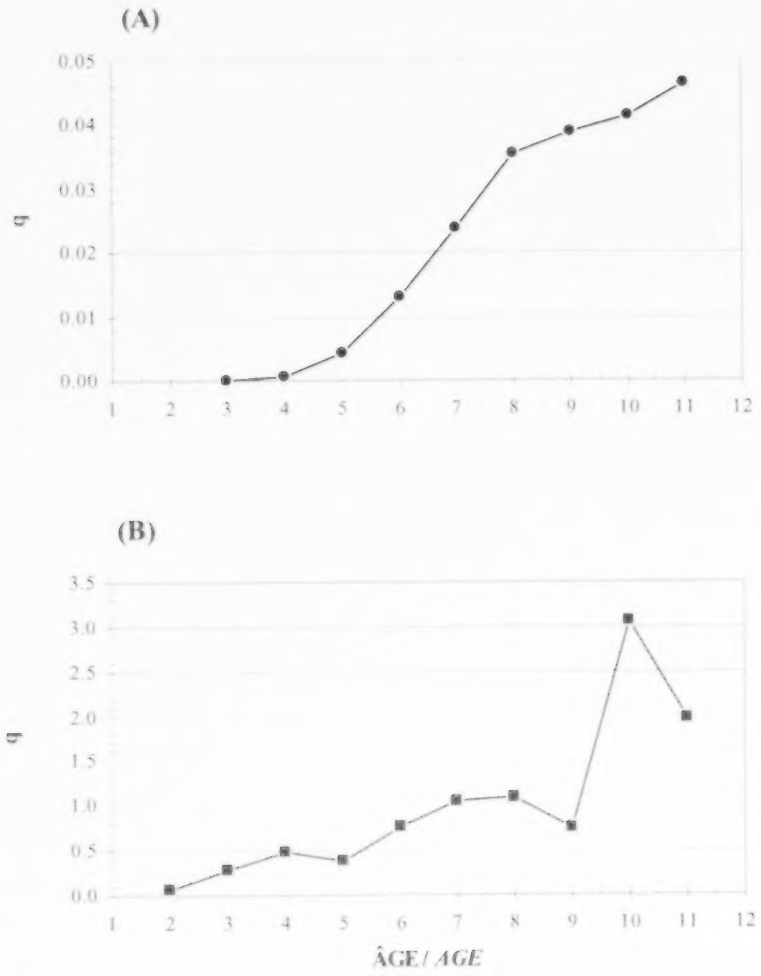


Figure 8. Coefficients de capturabilité (corrigés pour le biais) à l'âge pour l'indice des filets maillants (A) et celui du relevé acoustique (B) pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Coefficients of catchability (corrected for the bias) at age for the gillnet (A) and acoustic survey (B) indices for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

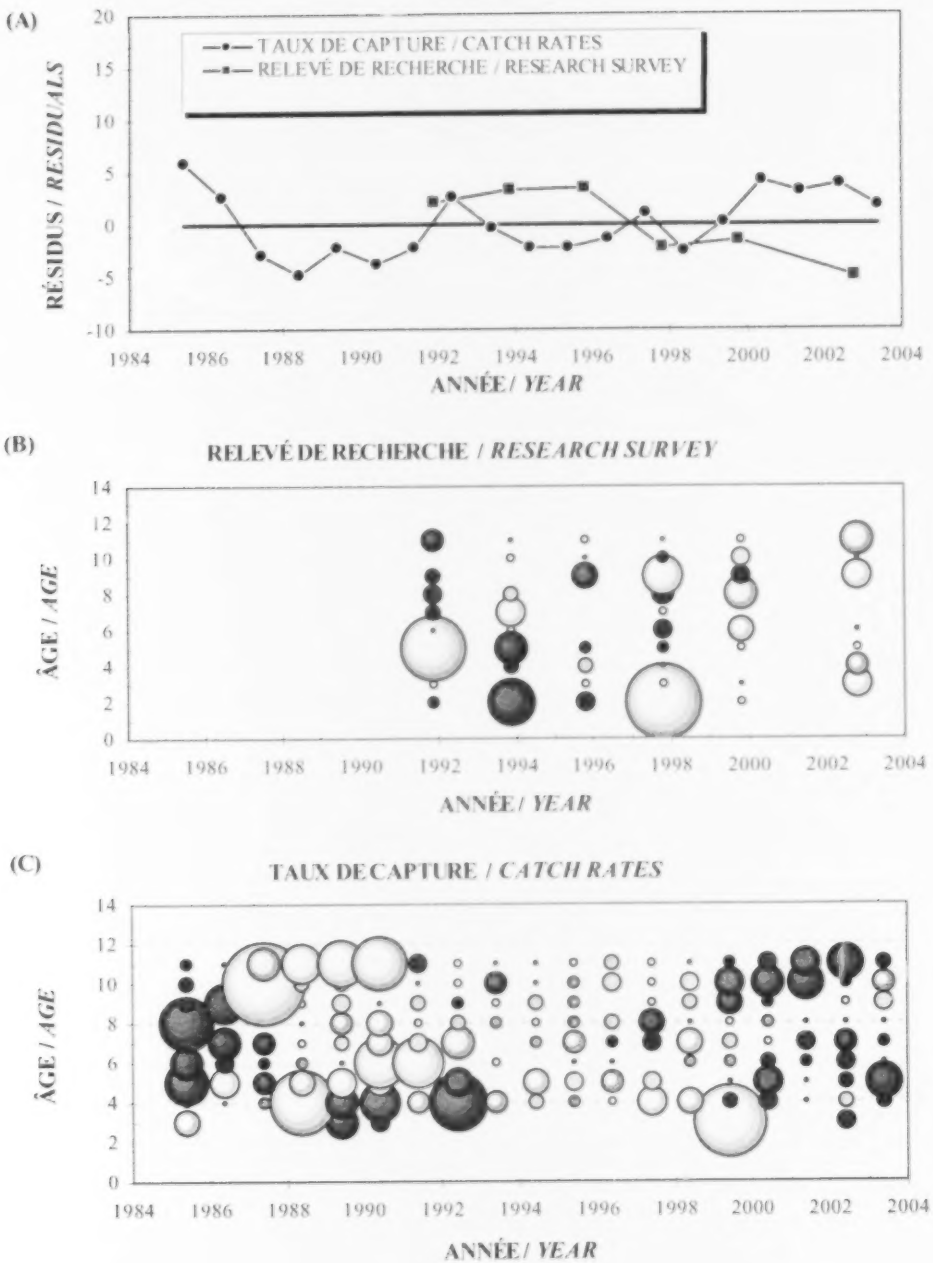


Figure 9. Résidus annuels (A) et par groupe d'âge pour l'indice des relevés acoustiques (B) et celui des filets maillants (C) (les cercles foncés représentent les valeurs positives, les cercles blancs les valeurs négatives; la taille des valeurs est représentée par le diamètre des cercles / *Annual (A) and by age-group residuals for the acoustic surveys (B) and gillnet fishery (C) indices (dark circles indicate positive values, white negative values; circles diameter is proportional to the values magnitude).*

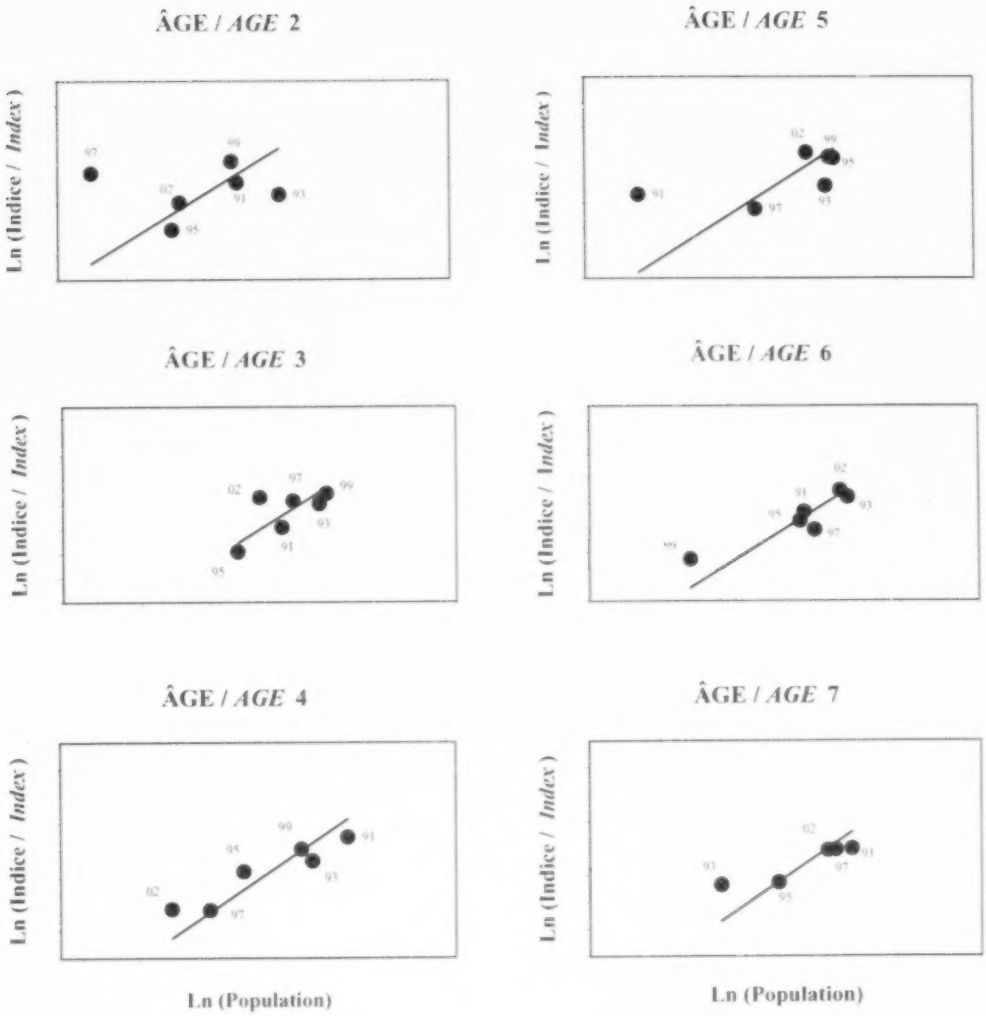


Figure 10. Relation par groupe d'âge entre les valeurs observées (Ln) de l'indice du relevé acoustique et les valeurs prédites (Ln) par l'ASP de l'abondance de la population pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Relationships by age-group between the observed values (Ln) of the acoustic survey index and the predicted values (Ln) of the population abundance calculated by the SPA for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

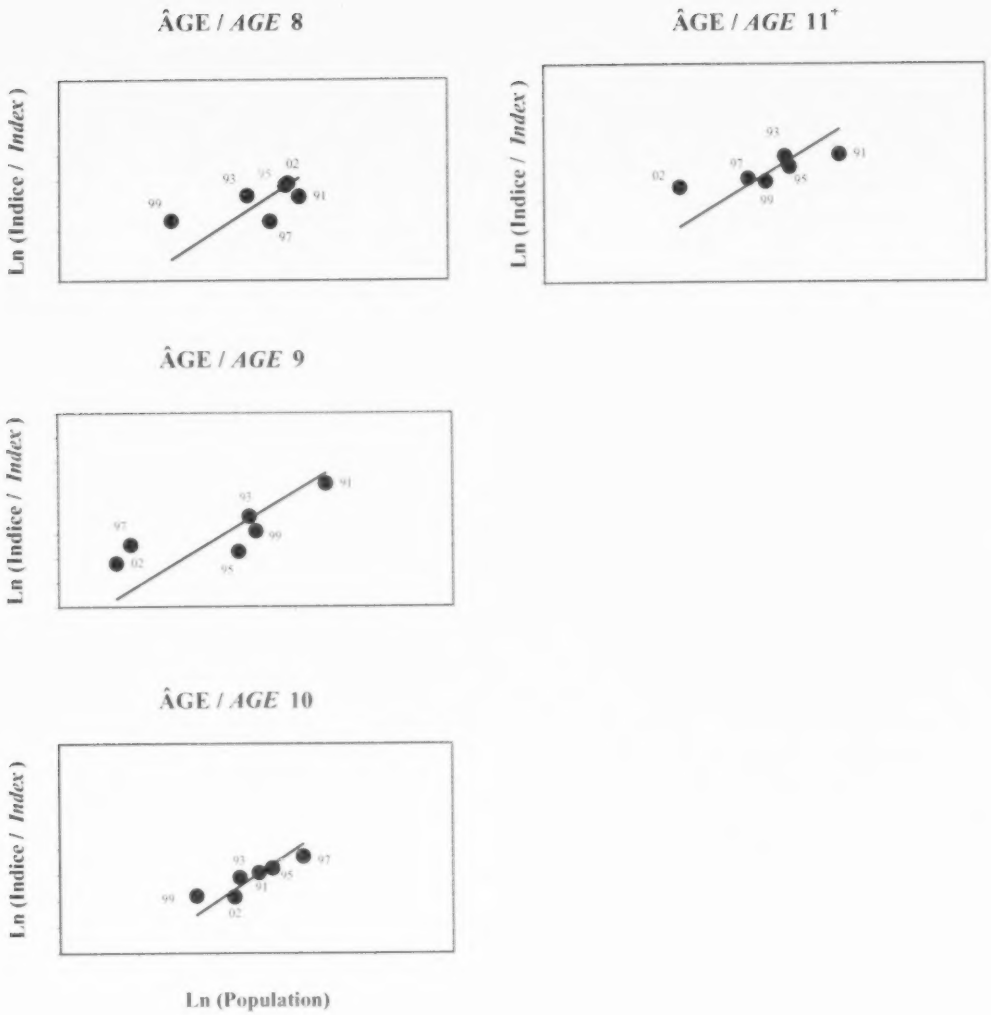


Figure 10. (Suite / *Continued*).

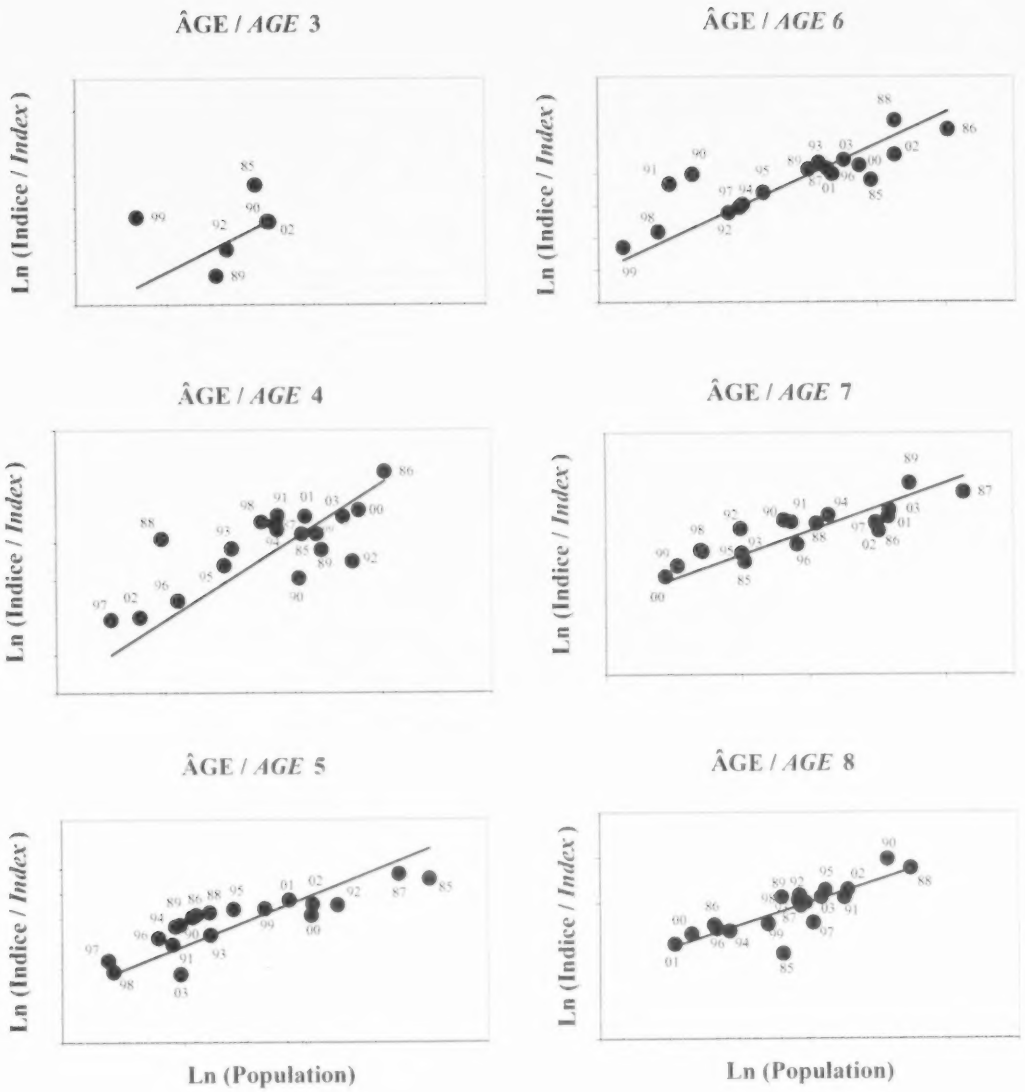
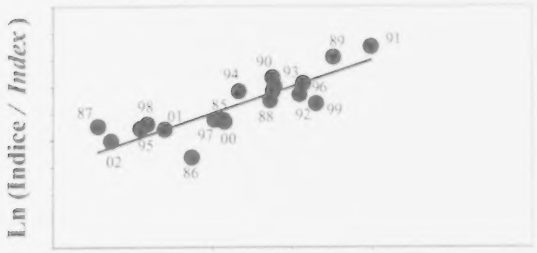
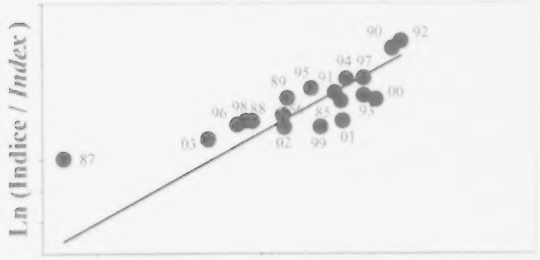


Figure 11. Relation par groupe d'âge entre les valeurs observées (Ln) de l'indice des filets maillants et les valeurs prédites (Ln) par l'ASP de l'abondance de la population pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Relationships by age-group between the observed values (Ln) of the gillnet index and the predicted values (Ln) of the population abundance calculated by the SPA for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

ÂGE / *AGE* 9



ÂGE / *AGE* 10



ÂGE / *AGE* 11^{+}

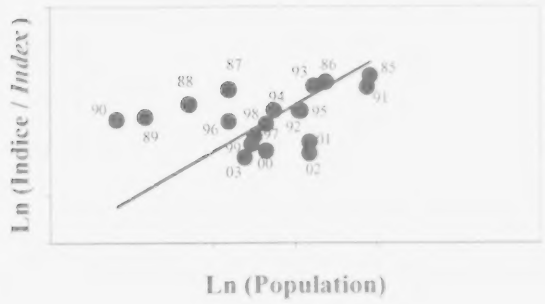


Figure 11. (Suite / *Continued*).

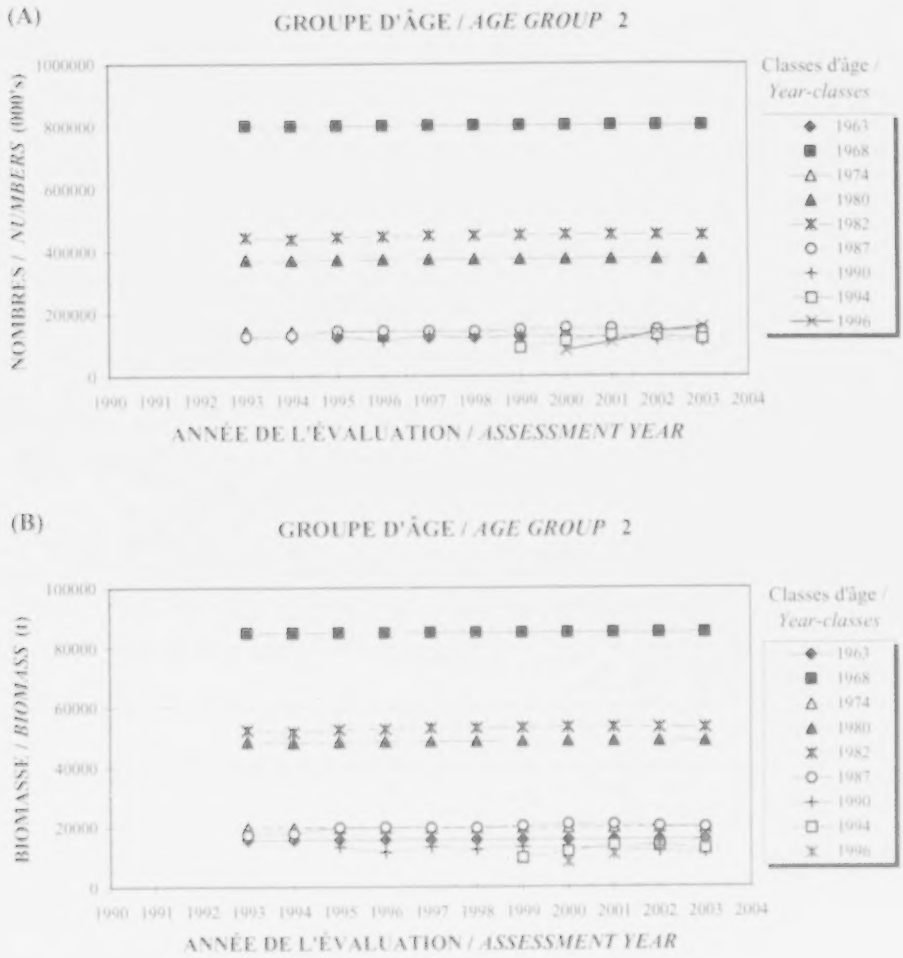


Figure 12. Estimations successives de l'abondance en nombres (A) et en tonnes (B) des classes d'âge (à l'âge 2) des harengs reproducteurs de printemps qui ont dominé la pêche depuis 1965 / *Successive estimates of the abundance in numbers (A) and in tons (B) of the spring spawning herring year-classes (at age 2) that have dominated the fishery since 1965.*

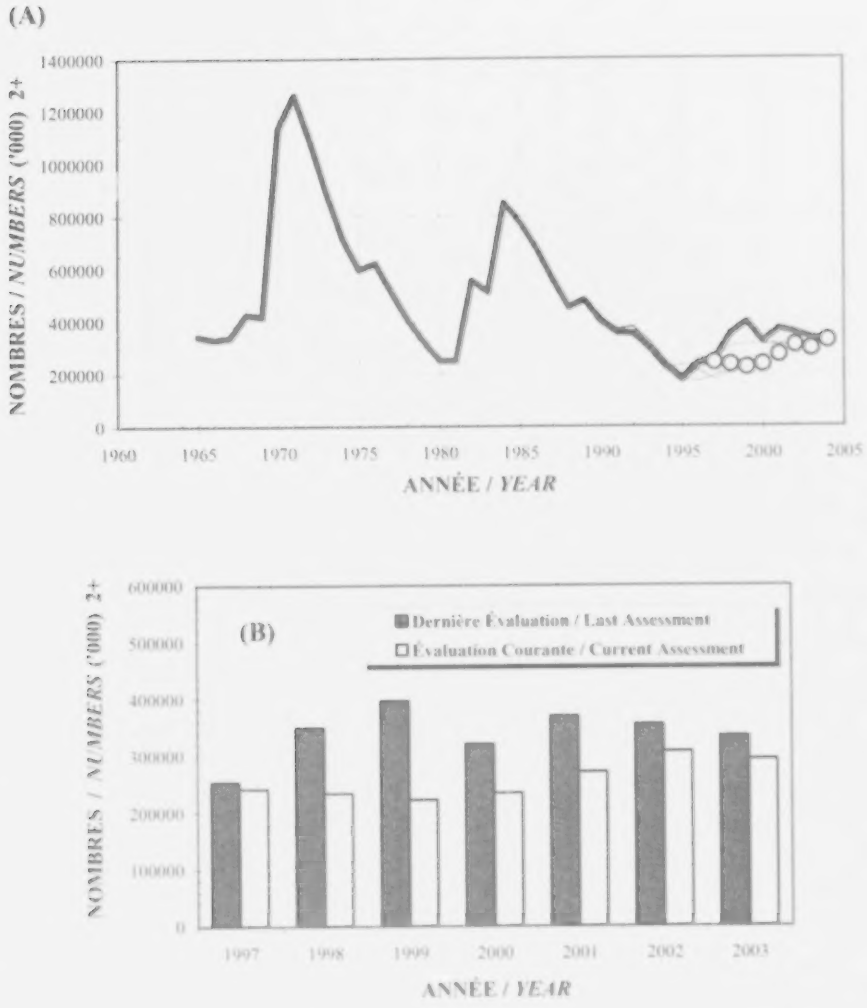


Figure 13. Estimations rétrospectives de l'abondance en nombres (000's) des groupes d'âge 2$^+$ (A) et comparaisons des estimations entre la dernière évaluation et les évaluations courantes (B) pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Retrospective estimates of the age groups 2$^+$ numbers (A) and comparisons between the estimates from the last assessment and current assessments (B) for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

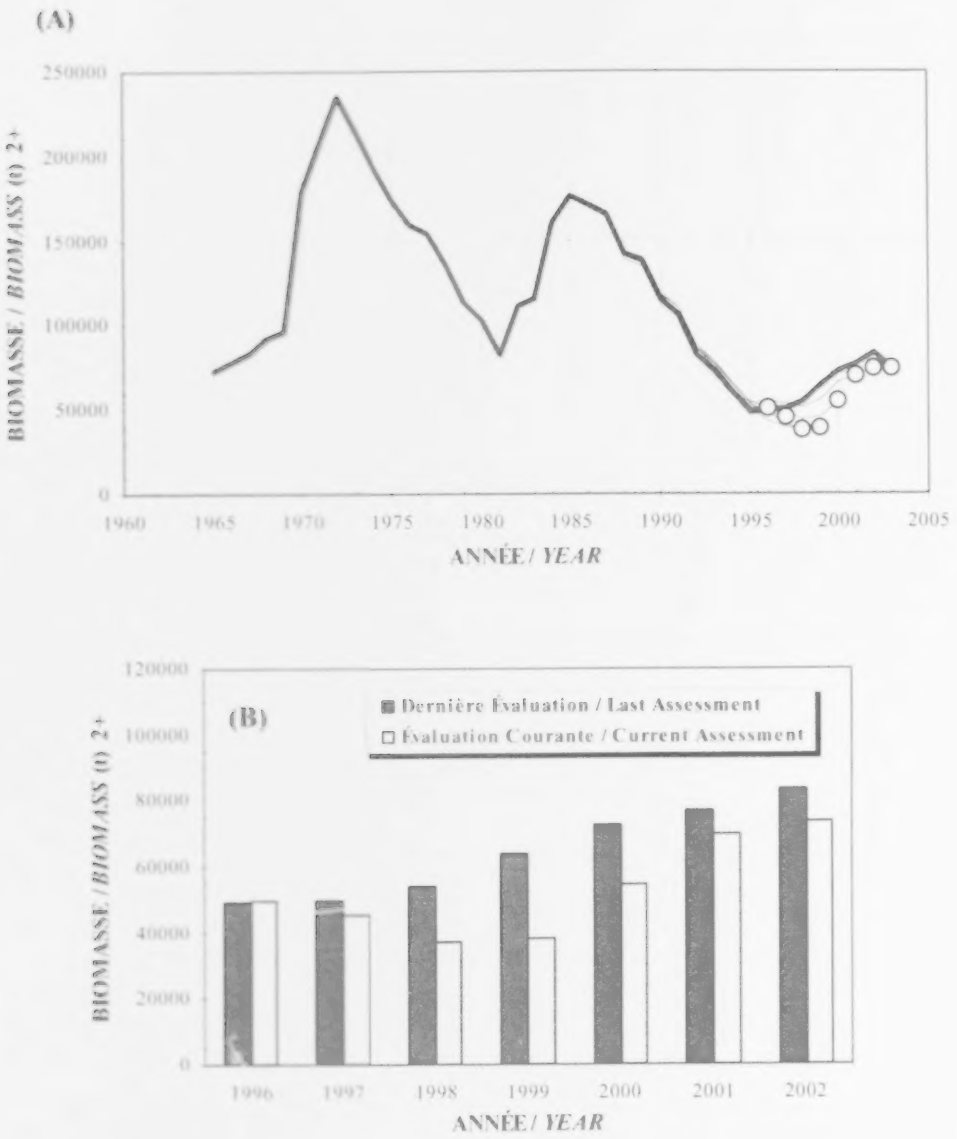


Figure 14. Estimations rétrospectives de la biomasse des groupes d'âge 2^+ (A) et comparaisons des estimations entre la dernière évaluation et les évaluations courantes (B) pour les harengs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Retrospective estimates of the age groups 2^+ biomass (A) and comparisons between the estimates from the last assessment and current assessments (B) for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

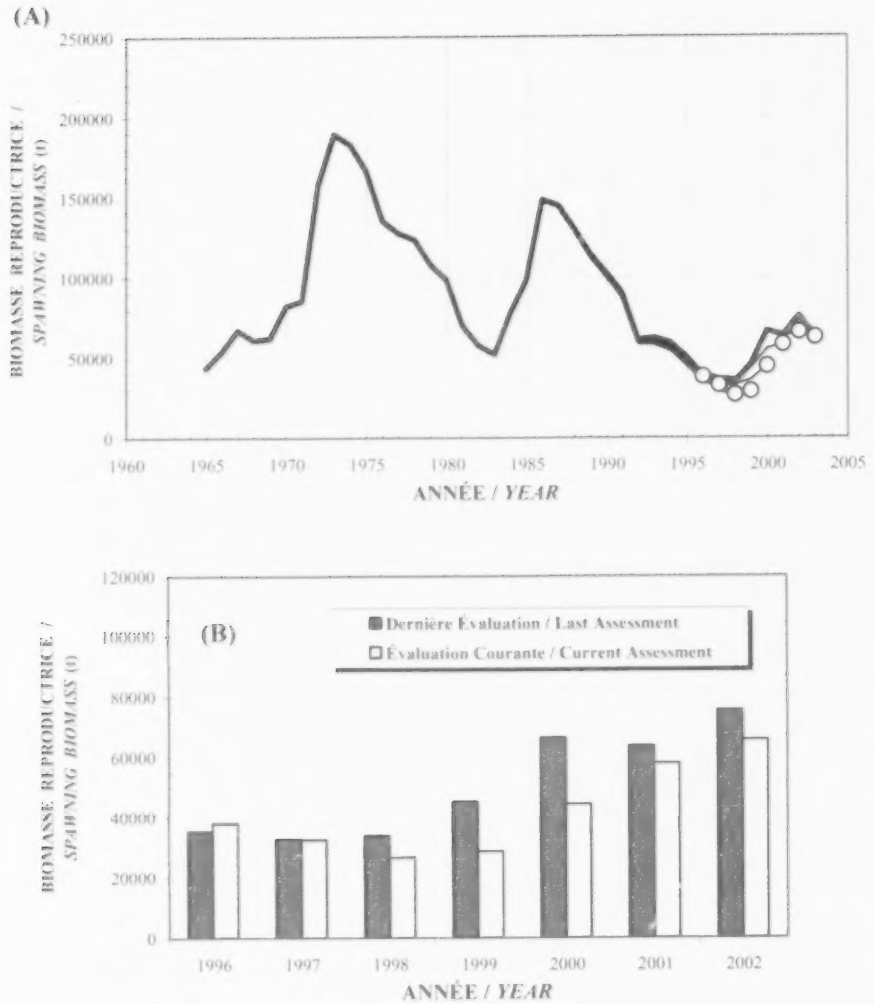


Figure 15. Estimations rétrospectives de la biomasse reproductrice (A) et comparaisons des estimations entre la dernière évaluation et les évaluations courantes (B) pour les harengs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Retrospective estimates of the spawning biomass (A) and comparisons between the estimates from the last assessment and current assessments (B) for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

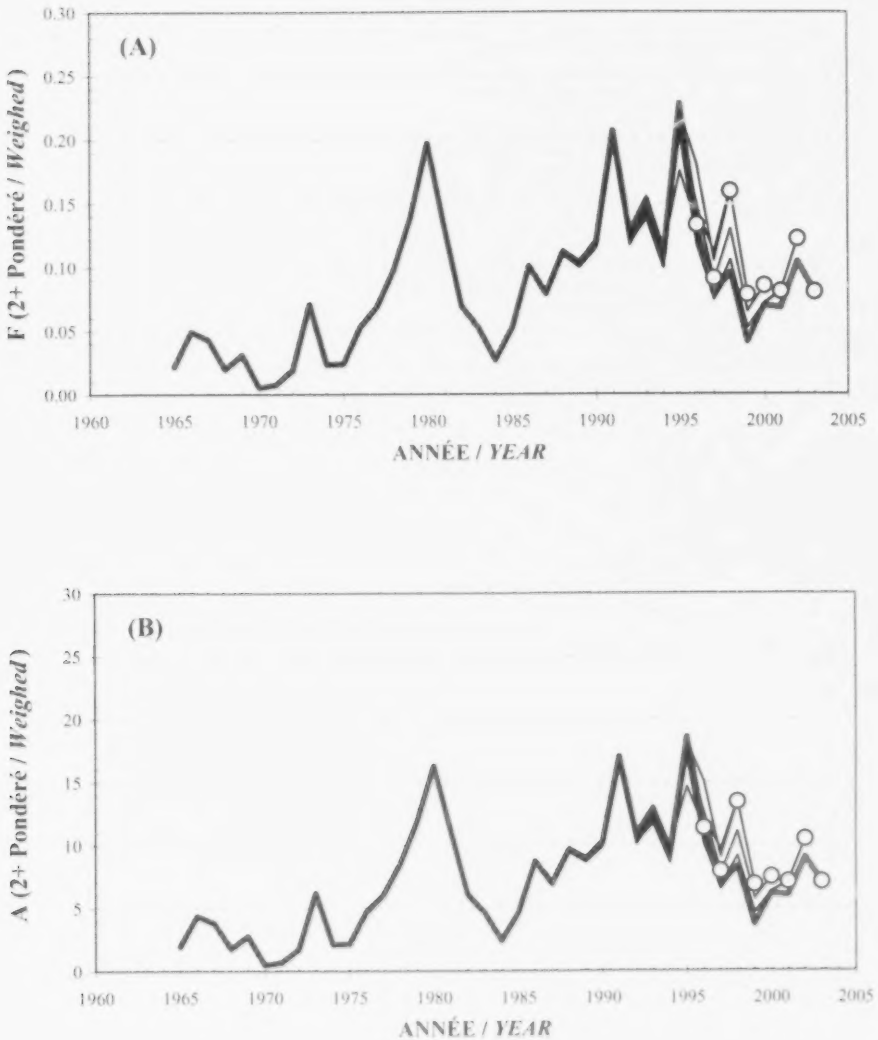


Figure 16. Estimations rétrospectives des taux instantanés de mortalité par la pêche **F** (A) et d'exploitation (B) pour les groupes d'âge 2^+ des harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO (les taux de mortalité ont été pondérés par l'abondance de la population en nombres) / *Retrospective estimates of the instantaneous rates of fishing mortality* ***F*** *(A) and exploitation (B) for the age groups* 2^+ *of the spring spawning herring of NAFO Division 4R (mortality rates have been weighed by the population abundance in numbers).*

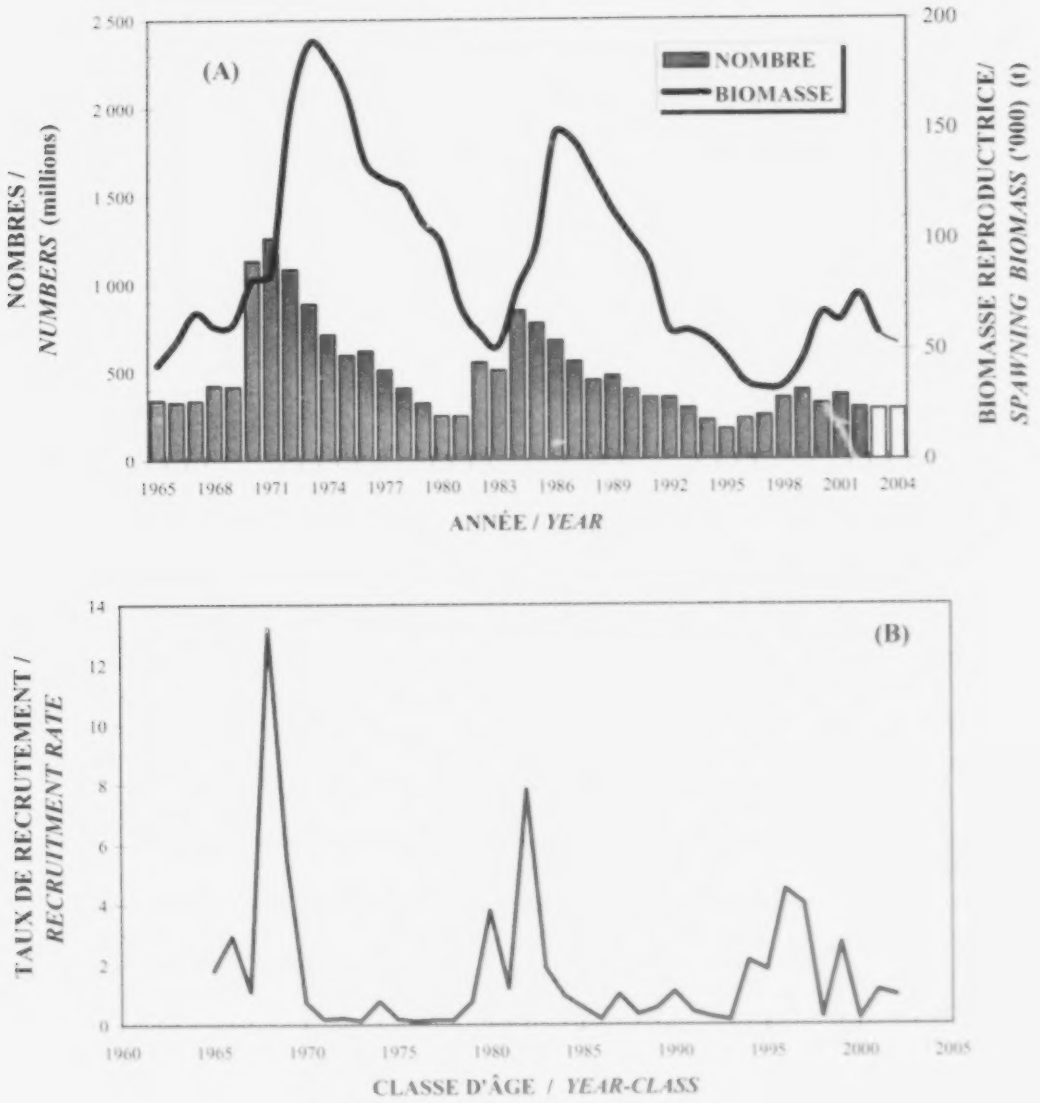
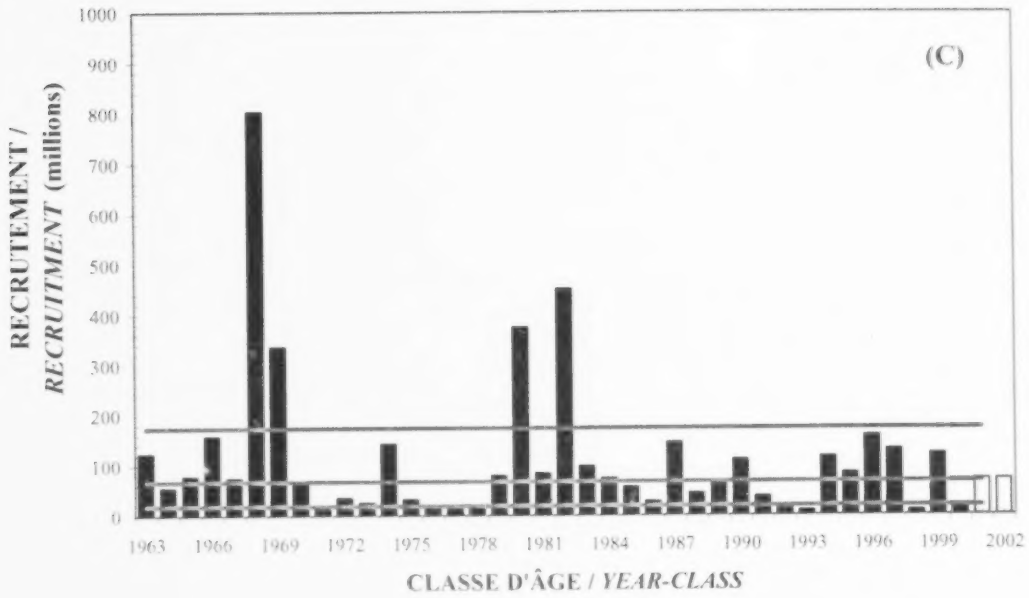


Figure 17. Biomasse reproductrice, nombre total (A), taux de recrutement (B), et recrutement à l'âge 2 (C) des harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO (données préliminaires pour 2003 et 2004) / *Spawning biomass, total number (A), recruitment rate (B), and recruitment at age 2 (C) of the spring spawning herring of NAFO Division 4R (preliminary data for 2003 and 2004).*



Note: Les lignes horizontales représentent 3 niveaux de recrutement: bas, moyen, et élevé (un recrutement moyen a été attribué aux classes d'âge de 2001 et 2002) / *The horizontal lines represent three levels of recruitment: low, average and high (the 2001 and 2002 year-classes have been set at an average recruitment level).*

Figure 17. (Suite / *Continued*).

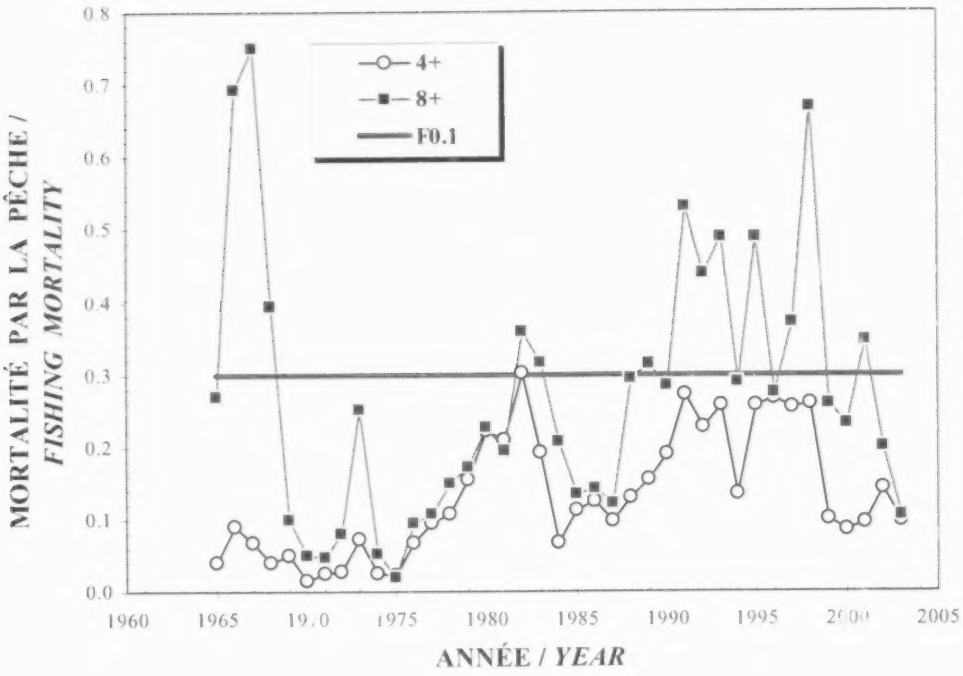


Figure 18. Taux instantanés de mortalité par la pêche (âges 4^+ et 8^+ pondérés par les nombres à l'âge) pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Instantaneous rates of fishing mortality (ages 4^+ and 8^+ weighed by the numbers at age) for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

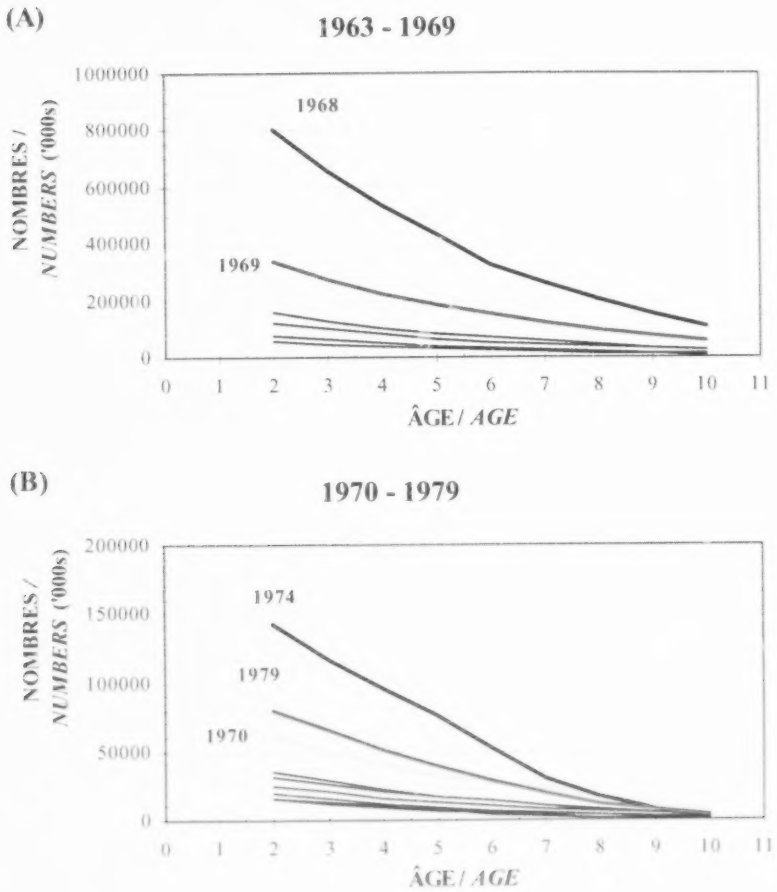


Figure 19. Déclin de l'abondance en nombres (000's) des harengs reproducteurs de printemps des classes d'âge suivantes: (A) 1963 à 1969, (B) 1970 à 1979, (C) 1980 à 1989, et (D) 1990 à 1999 / *Decay of the abundance in numbers (000's) of the following spring spawning herring year-classes: (A) 1963 to 1969, (B) 1970 to 1979, (C) 1980 to 1989, and (D) 1990 to 1999.*

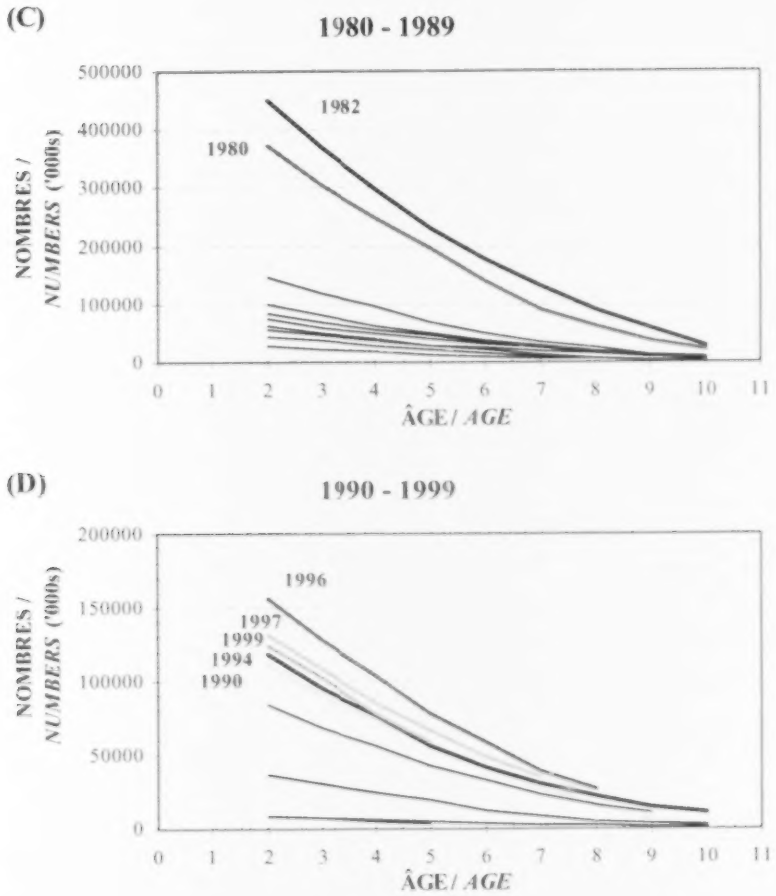


Figure 19. (Suite / *Continued*).

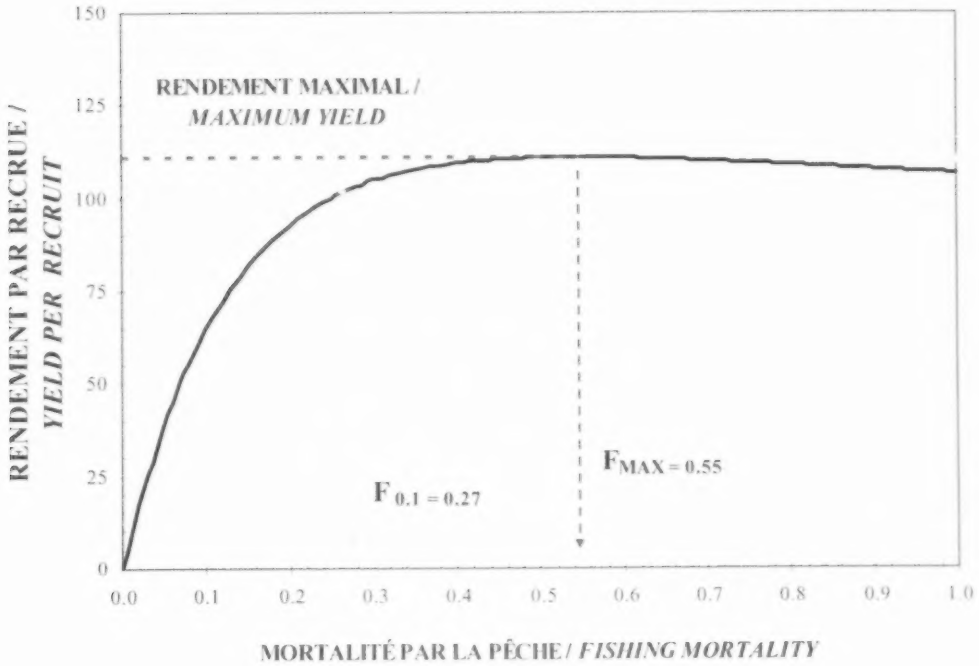


Figure 20. Analyse de rendement par recrue calculée selon la méthode proposée par Thompson et Bell (Ricker, 1975) pour les harengs reproducteurs de printemps de la division 4R de l'OPANO / *Yield per recruit analysis calculated according to the Thompson and Bell method (Ricker, 1975) for the spring spawning herring of NAFO Division 4R.*

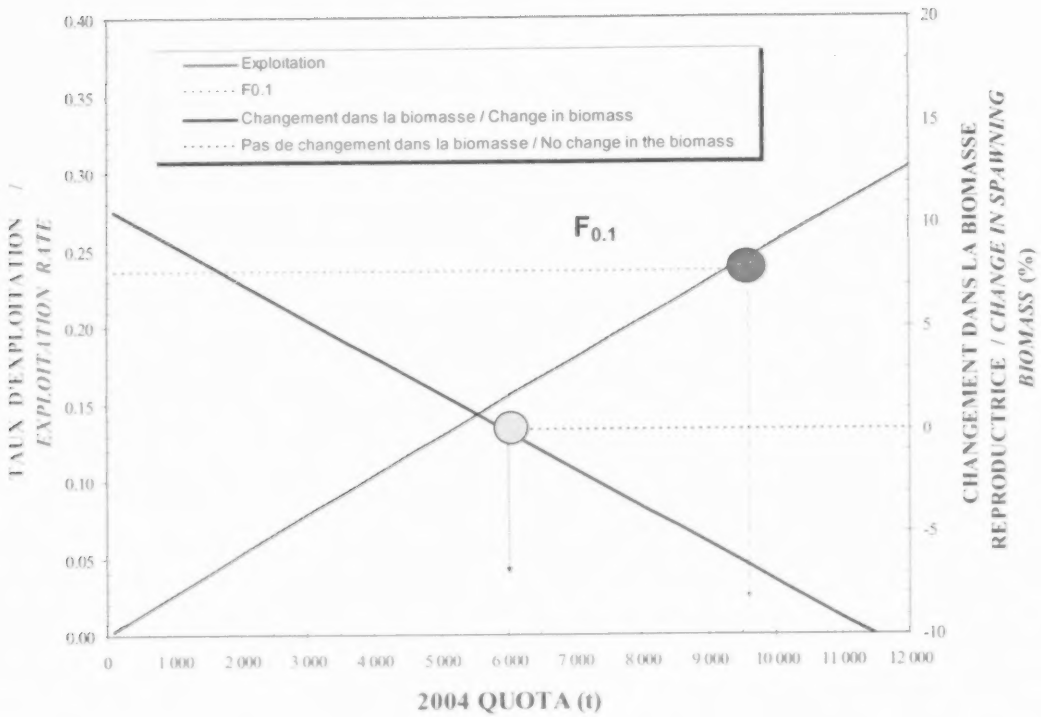


Figure 21. Projections des captures des harengs reproducteurs de printemps en 2004 pour différents taux d'exploitation et de changements dans la biomasse reproductrice / *Catch projections in 2004 of the spring spawning herring for different exploitation rates and changes in the spawning biomass.*

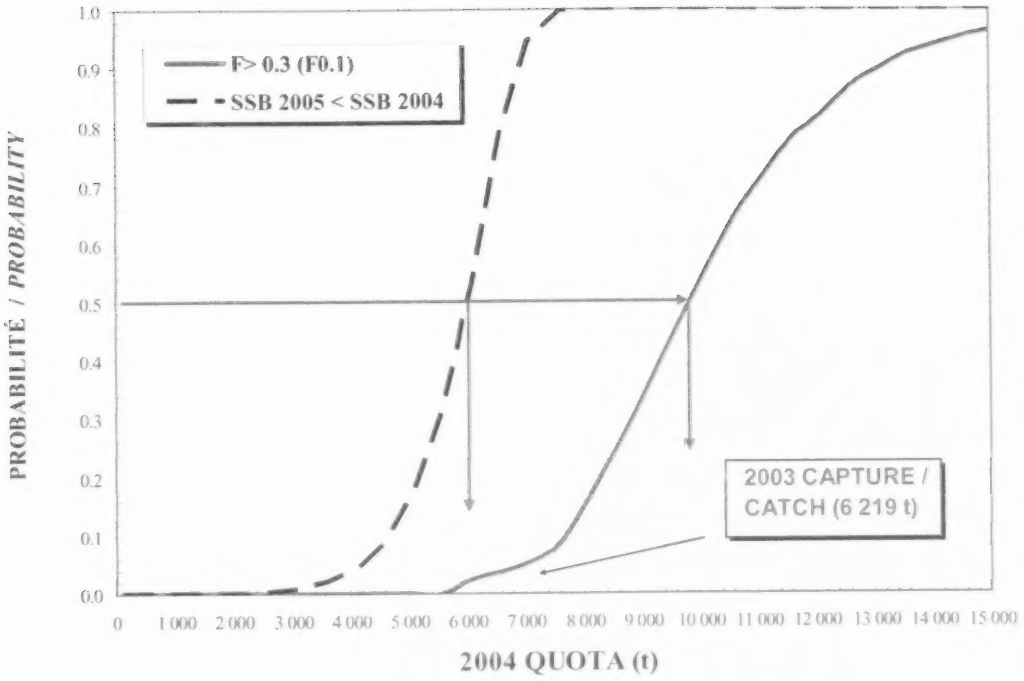


Figure 22. Analyses de risque pour des changements de biomasse mature (SSB) (t) entre 2004 et 2005 pour les harengs reproducteurs de printemps selon différents quotas en 2004 (la probabilité de dépasser $F_{0.1}$ pour un TAC donné est indiquée par la ligne pleine) / *Risk analyses for changes in mature biomass (SSB) (t) between 2004 and 2005 of the spring spawning herring for different quotas in 2004 (the probability of exceeding $F_{0.1}$ for a given TAC is indicated by the solid line).*

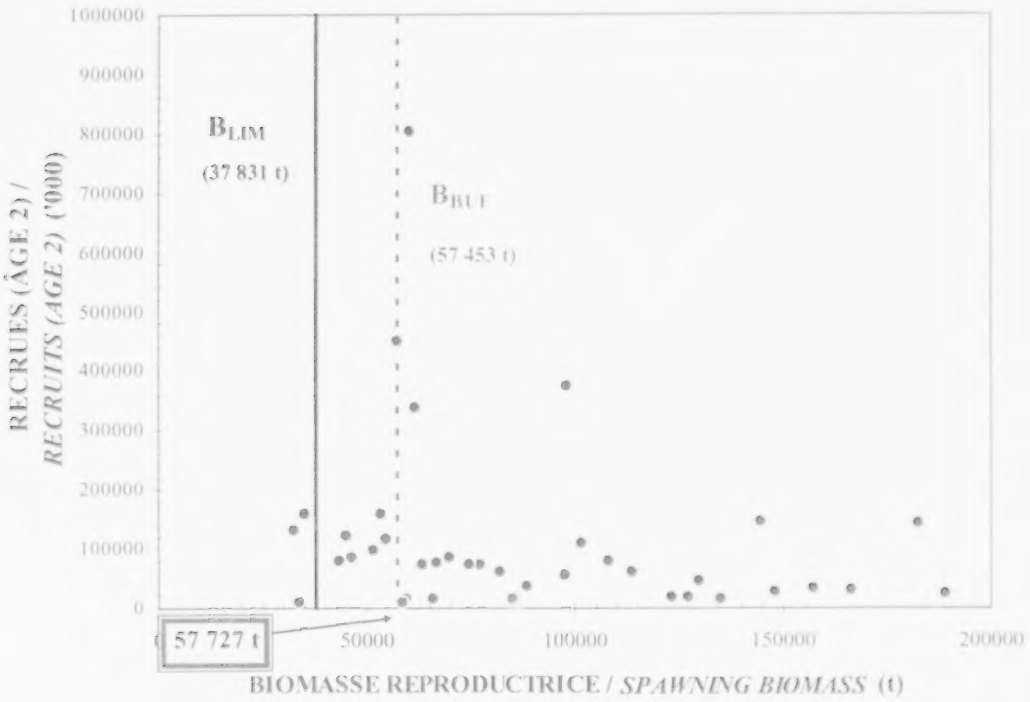


Figure 23. Relation stock-recrutement pour les harengs reproducteurs de printemps (la biomasse de 2003 est indiquée de même que B_{LIM} et B_{BUF}) / *Stock recruitment ratio for the spring spawning herring (2003 biomass is indicated, as well as B_{LIM} and B_{BUF}).*

Annexe 1. Résultats du modèle multiplicatif pour la standardisation des taux de capture* de la pêche commerciale aux filets maillants sur la côte ouest de Terre-Neuve pour 1985-2003 (reproducteurs de printemps).

*Annex 1. Results of the multiplicative model used for the standardization of the catch rates** from the commercial gillnet fishery on the west coast of Newfoundland for 1985-2003 (spring spawners).*

MOIS / *MONTH*	Fréquence / *Frequency*	Pourcentage / *Percent*	Fréquence Cumulative / *Cumulative Frequency*	Pourcentage Cumulatif *Cumulative Percent*
4	407	7.60	407	7.6
5	2312	42.90	2719	50.5
6	1072	19.90	3791	70.4
7	292	5.40	4083	75.8
8	873	16.20	4956	92.0
9	377	7.00	5333	99.0
10	43	0.80	5376	99.8
11	10	0.20	5386	100.0

ZONE DE PÊCHE / *FISHING AREA*	Fréquence / *Frequency*	Pourcentage / *Percent*	Fréquence Cumulative / *Cumulative Frequency*	Pourcentage Cumulatif *Cumulative Percent*
ROBINSONS	440	8.2	440	8.2
FISCHELLS	349	6.5	789	14.6
ST.TERESA	173	3.2	962	17.9
SANDY POINT	860	16.0	1822	33.8
ST-GEORGES	326	6.1	2148	39.9
KIPPENS	116	2.2	2264	42.0
SHIP COVE	37	0.7	2301	42.7
LOWER COVE	20	0.4	2321	43.1
BARACHOIS BROOK	134	2.5	2455	45.6
LOURDES	447	8.3	2902	53.9
BLACK DUCK BROOK	483	9.0	3385	62.8
LONG PT. (BAY)	460	8.5	3845	71.4
CASTOR RIVER	43	0.8	3888	72.2
FERROLE POINT	793	14.7	4681	86.9
WHALE ISLAND	12	0.2	4693	87.1
EDDIES COVE E.	693	12.9	5386	100.0

ANNÉE / *YEAR*	Fréquence / *Frequency*	Pourcentage / *Percent*	Fréquence Cumulative / *Cumulative Frequency*	Pourcentage Cumulatif *Cumulative Percent*
1985	204	3.8	204	3.8
1986	225	4.2	429	8.0
1987	307	5.7	736	13.7
1988	355	6.6	1091	20.3
1989	303	5.6	1394	25.9
1990	267	5.0	1661	30.8
1991	227	4.2	1888	35.1
1992	247	4.6	2135	39.6
1993	290	5.4	2425	45.0
1994	274	5.1	2699	50.1
1995	342	6.3	3041	56.5
1996	302	5.6	3343	62.1
1997	268	5.0	3611	67.0
1998	137	2.5	3748	69.6
1999	413	7.7	4161	77.3
2000	375	7.0	4536	84.2
2001	311	5.8	4847	90.0
2002	236	4.4	5083	94.4
2003	303	5.6	5386	100.0

* Capture / (Surface x heures). ** *Catch / (Surface x hours)*

Annexe 1. (Suite).
Annex 1. (Continued).

Source	DL / *DF*	Carrés / *Squares*	SC / *SS*	F Moyen / *Mean F*	Pr > F
Modèle / *Model*	40	13464.37317	336.60933	134.96	0.0001
Erreur / *Error*	5345	13330.75775	2.49406		
Total Corrigé / *Corrected Total*	5385	26795.13092			

R-Carré / *R-Square*	C.V.	Racine MEC / *Root MSE*	CATRATE Moyenne / *Mean*
0.502493	-19.4947	1.57926	-8.100968

Source	DL / *DF*	Type III SS	Carré Moyen / *Mean Square*	Valeur de F / *F Value*	Pr > F
MOIS / *MONTH*	7	1536.234719	219.462103	87.99	0.0001
ZONE / *AREA*	15	1713.583574	114.238905	45.80	0.0001
ANNÉE / *YEAR*	18	1007.303526	55.961307	22.44	0.0001

Paramètre / *Parameter*		Estimation / *Estimate*	T Pour / *For* H0: Par.=0	Pr > |T|	E.-T. / *S.E.*
		-16.94593628 B	-24.33	0.0001	0.69652199
ORDON. / *INT.*	4	5.46524362 B	9.62	0.0001	0.56833555
MOIS / *MONTH*	5	6.21349931 B	11.06	0.0001	0.56155824
	6	5.04657408 B	8.98	0.0001	0.56176138
	7	2.94926822 B	5.71	0.0001	0.51619833
	8	2.39888289 B	4.70	0.0001	0.50988369
	9	2.84820692 B	5.54	0.0001	0.51418092
	10	3.27007636 B	5.79	0.0001	0.56454835
	11	0.00000000 B			
ZONE DE PÊCHE / *FISHING AREA*	BARACHOIS BROOK	3.69976489 B	6.62	0.0001	0.54509428
	BLACK DUCK BROOK	4.26246759 B	8.02	0.0001	0.53146319
	CASTOR RIVER	3.08600517 B	5.88	0.0001	0.52503906
	EDDIES COVE E	4.53679722 B	9.71	0.0001	0.46708364
	FERROLE POINT	4.11674639 B	8.80	0.0001	0.46784821
	FISCHELLS	4.28943346 B	8.05	0.0001	0.53317430
	KIPPENS	4.74021184 B	8.55	0.0001	0.55437462
	LONG PT. (BAY)	4.29529344 B	8.08	0.0001	0.53170029
	LOURDES	3.50552588 B	6.60	0.0001	0.53100470
	LOWER COVE	3.65887562 B	5.70	0.0001	0.64179008
	ROBINSONS	2.62217306 B	4.94	0.0001	0.53085314
	SANDY POINT	3.97810825 B	7.49	0.0001	0.53080014
	SHIP COVE	6.31368823 B	10.59	0.0001	0.59620140
	ST-GEORGES	4.75326071 B	8.84	0.0001	0.53755726
	ST.TERESA	4.07867597 B	7.48	0.0001	0.54497718
	WHALE ISLAND	0.00000000 B			
ANNÉE / *YEAR*	1985	0.68278962 B	4.41	0.0001	0.15481022
	1986	0.56163629 B	3.70	0.0002	0.15175757
	1987	0.80659731 B	5.78	0.0001	0.13960016
	1988	0.33990452 B	2.46	0.0139	0.13814566
	1989	0.17757756 B	1.26	0.2080	0.14102225
	1990	0.00064339 B	0.00	0.9965	0.14607021
	1991	0.28605695 B	1.91	0.0568	0.15015306
	1992	0.07986081 B	0.54	0.5870	0.14700396
	1993	-0.18235109 B	-1.29	0.1963	0.14108902
	1994	-0.55540446 B	-3.90	0.0001	0.14244536
	1995	-0.66115084 B	-4.85	0.0001	0.13633513
	1996	-0.59514570 B	-4.19	0.0001	0.14220915
	1997	-0.20461516 B	-1.43	0.1540	0.14350619
	1998	-1.07914866 B	-6.25	0.0001	0.17273283
	1999	-0.66855298 B	-5.26	0.0001	0.12705930
	2000	-0.25554715 B	-1.95	0.0507	0.13075225
	2001	-0.02039802 B	-0.15	0.8799	0.13501791
	2002	0.33164586 B	2.31	0.0207	0.14330745
	2003	0.00000000 B			

Annexe 2. Paramètres d'entrée utilisés dans les projections et les analyses de risque.
Annex 2. Input parameters for the projections and risk analyses.

AGE / *AGE*	MORTALITÉ NATURELLE / *NATURAL MORTALITY*	RECRUTEMENT PARTIEL / *PARTIAL RECRUITMENT* (2000-2003)*	POIDS / *WEIGHT* (kg) POPULATION (1998-2003)*	POIDS / *WEIGHT* (kg) CAPTURE / *CATCH* (1998-2003)*	MATURITÉ / *MATURITY* (1998-2003)*
2	0.2	0.002	0.099	0.101	0.031
3	0.2	0.197	0.177	0.176	0.693
4	0.2	0.508	0.222	0.201	0.972
5	0.2	0.685	0.245	0.234	0.997
6	0.2	0.947	0.286	0.274	1
7	0.2	0.852	0.310	0.305	1
8	0.2	0.850	0.335	0.330	1
9	0.2	0.847	0.375	0.367	1
10	0.2	1	0.419	0.391	1
11+	0.2	1	0.448	0.431	1

* Moyenne / *Average*

Annexe 3. Approche de précaution : Calculs de B_{LIM} pour le stock des harengs reproducteurs de printemps de la côte ouest de Terre-Neuve.

Annex 3. Precautionary approach: B_{LIM} calculations for the spring spawning stock of herring of the west coast of Newfoundland.

INTRODUCTION

Le cadre canadien de l'approche de précaution a été développé lors d'ateliers nationaux qui se sont déroulés en 2001 et 2002 (Rice et Rivard, 2002; Rivard et Rice, 2003). Différents points de référence limites ont été étudiés et jusqu'à présent le choix s'est porté sur une valeur cible de la biomasse reproductrice (B_{LIM}). Dans le cas des espèces de poissons de fond étudiées lors de ces ateliers, différentes méthodes ont été proposées pour le calcul de B_{LIM}. Cependant, ces méthodes ne s'appliquent que pour les stocks où une relation stock recrutement est définie par une **ASP**.

Il existe une relation stock recrutement pour le stock des harengs reproducteurs de printemps de la côte ouest de Terre-Neuve. Certaines des méthodes de calcul de B_{LIM} déjà employées pour les poissons de fond ont été appliquées à **titre exploratoire seulement** sur cette relation. Ces méthodes sont présentées dans Shelton et Rivard (2003).

INTRODUCTION

The Canadian precautionary approach framework was developed during National workshops in 2001 and 2002 (Rice and Rivard, 2002; Rivard et Rice, 2003). Different limit reference points were studied and up to now, the choice was made on a target value of the spawning biomass (B_{LIM}). In the cases of the groundfish species studied during these workshops, different approaches were proposed for the calculation of B_{LIM}. However, these methods can be applied only for the stocks for which a stock recruitment relationship is defined by an **SPA**.

There is a stock recruitment relationship for the spring spawning stock of herring of the west coast of Newfoundland. Some of the methods already used with groundfish species were applied, on an **exploratory basis only**, on this relationship. These methods are presented in Shelton and Rivard (2003).

MÉTHODE

Les méthodes[1] suivantes de calcul ont été employées dans la définition d'une valeur de B_{LIM} pour les harengs reproducteurs de printemps de la côte ouest de Terre-Neuve :

(1) À partir d'une relation stock recrutement de type *Ricker*, B_{LIM} est la biomasse qui correspond à 50% du recrutement maximal.

METHOD

The following methods[1] of calculation were used in the definition of a B_{LIM} value for the spring spawning herring of the west coast of Newfoundland:

(1) From the *Ricker* stock recruitment relationship, B_{LIM} is the biomass that corresponds to 50% of the maximum recruitment.

(2) À partir d'une relation stock recrutement de type *Beverton Holt*, B_{LIM} est la biomasse qui correspond à 50% du recrutement maximal.

(3) À partir d'une relation stock recrutement de type *Shepherd*, B_{LIM} est la biomasse qui correspond à 50% du recrutement maximal.

(4) À partir d'une relation stock recrutement de type *régression segmentée*, B_{LIM} est la biomasse qui correspond à 50% du recrutement maximal.

(5) À partir d'une relation stock recrutement modélisée par un "*smoother*" *non paramétrique*, B_{LIM} est la biomasse qui correspond à 50% du recrutement maximal.

(6) Méthode de *Serebryakov*.

(7) La précédente biomasse reproductrice minimale à partir de laquelle une reconstruction rapide du stock s'est produite.

(2) From the *Beverton Holt* stock recruitment relationship, B_{LIM} is the biomass that corresponds to 50% of the maximum recruitment.

(3) From the *Shepherd* stock recruitment relationship, B_{LIM} is the biomass that corresponds to 50% of the maximum recruitment.

(4) From a *segmented regression* stock recruitment relationship, B_{LIM} is the biomass that corresponds to 50% of the maximum recruitment.

(5) From a stock recruitment relationship fitted with a *non-parametric smoother* model, B_{LIM} is the biomass that corresponds to 50% of the maximum recruitment.

(6) *Serebryakov* method.

(7) The previous lowest spawning biomass from which the stock sustained a rapid recovery.

[1] Voir Shelton et Rivard (2003) pour leur description complète

[1] See Shelton and Rivard (2003) for a complete description

RÉSULTATS

Les modèles de *Ricker*, de *Shepherd* et de *Serebryakov* ont produit des valeurs de B_{LIM} inférieures à toutes les biomasses reproductrices observées. Avec les données présentes, il n'a pas été possible d'utiliser les modèles de *Beverton et Holt*, de la *régression segmentée* et de la *modélisation non paramétrique*. Finalement, la dernière méthode a produit une valeur de B_{LIM} supérieure à la valeur définie dans le présent document (20% de la biomasse reproductrice maximale).

RESULTS

The *Ricker*, *Shepherd* and *Serebryakov* models have produced B_{LIM} values inferior to all the observed spawning biomasses. With the current data, it was not possible to use the *Beverton-Holt*, *segmented regression* and *non-parametric smoother* models. Finally, the last method produced a B_{LIM} value superior to the value specified in the present document (20% of the maximum spawning biomass).

CONCLUSION

Les précédents résultats peuvent s'expliquer par la forme spécifique de la relation stock recrutement chez le hareng. En effet, et contrairement aux espèces de poissons de fond, les forts recrutements chez le hareng se sont produits lorsque les biomasses reproductrices étaient faibles. Dans de telles conditions, la modélisation des données par les modèles courants s'est avérée difficile.

Le développement de l'approche de précaution chez les poissons pélagiques n'est qu'à son début. Compte tenu de la relation stock recrutement spécifique au hareng ou de l'absence d'une relation bien définie pour les stocks où l'**ASP** n'est pas utilisée (ex : maquereau et capelan), d'autres options devront être étudiées.

CONCLUSION

The preceding results can be explained by the stock recruitment relationship specific to herring. In fact, and unlike the groundfish species, high recruitments were produced when the herring spawning biomasses were low. In such conditions, the fitting of the data by the current models were difficult.

The developing of the precautionary approach for the Pelagics is only at its beginning. In regards to the stock recruitment relationship specific to herring or the absence of a well defined relationship for the stocks where no SPA is used (ex: Mackerel and Capelin), other options would have to be studied.

RÉFÉRENCES / *REFERENCES*

Rice, J. et/and Rivard, D. 2002. Proceedings of the DFO Workshop on Implementing the Precautionary Approach in Assessments and Advice, 10-14 December 2001, Ottawa. Can. Sci. Adv. Sec. Proc. Ser. 2002/009. 99p.

Rivard, D. et/and J. Rice. 2003. National Workshop on Reference Points for Gadoids, 5-8 November 2002, Ottawa. Can. Sci. Adv. Sec. Proc. Ser. 2002/033. 16 p.

Shelton, P.A., et/and D. Rivard. 2003. Developing a Precautionary Approach to Fisheries Management in Canada – the Decade Following the Cod Collapses. NAFO SCR. 03/1.

REMERCIEMENTS

Le premier auteur de ce document aimerait remercier très chaleureusement le Dr. Peter Shelton du MPO à St. John's pour son aide précieuse concernant l'application des méthodes de calcul précédentes. Mes échanges avec le Dr. Shelton ont été dynamiques et très enrichissants. Je lui en suis très reconnaissant.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first author of this document would like to express very warmly thanks to Dr. Peter Shelton of DFO, St. John's for all his precious help concerning the utilisation of the preceding methods of calculation. My exchanges with Dr. Shelton were dynamic and very enriching. I am most grateful to him.